Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação
Departamento de Matemática, Estatística e Informática
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática

FABRICIO DA SILVA LOBATO

O ENSINO DE FUNÇÃO PERIÓDICA A PARTIR DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA À LUZ DAS UNIDADES ARTICULADAS DE RECONSTRUÇÃO CONCEITUAL

Belém – PA
2022

FABRICIO DA SILVA LOBATO

O ENSINO DE FUNÇÃO PERIÓDICA A PARTIR DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA À LUZ DAS UNIDADES ARTICULADAS DE RECONSTRUÇÃO CONCEITUAL

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, Universidade do Estado do Pará.
Linha de Pesquisa: Metodologia do Ensino de Matemática no Nível Médio.
Orientador: Prof. Dr. Natanael Freitas Cabral

Belém-PA
2022

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Biblioteca do CCSE/UEPA, Belém – PA

Lobato, Fabricio da Silva

O ensino de função periódica a partir de sequência didática `a luz das unidades articuladas de reconstrução conceitual / Fabricio da Silva Lobato; orientador Natanael Freitas Cabral. – 2022.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2022.

1.Matemática-Estudo e ensino. 2.Função periódica-Estudo e ensino.3.Prática de ensino. I. Cabral, Natanael Freitas, orient. II. Título.

CDD 23 ed. 510.7

Ficha catalográfica elaborada por Regina Ribeiro CRB-739

FABRICIO DA SILVA LOBATO

O ENSINO DE FUNÇÃO PERIÓDICA A PARTIR DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA À LUZ DAS UNIDADES ARTICULADAS DE RECONSTRUÇÃO CONCEITUAL

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, Universidade do Estado do Pará.
Linha de Pesquisa: Metodologia do Ensino de Matemática no Nível Médio.
Orientador: Prof. Dr. Natanael Freitas Cabral

Data de aprovação: 30/09/2022

Banca examinadora

______________________________. Orientador
Prof. Dr. Natanael Freitas Cabral
Doutor em Ciências Humanas – Pontifícia Universidade Católica / PUC-RJ
Universidade do Estado do Pará

______________________________. Examinador Interno
Prof. Dr. Miguel Chaquiam
Doutor em Educação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte / UFRN
Universidade do Estado do Pará

______________________________. Examinador Externo
Prof. Dr. Cláudio Brandemberg Quaresma
Doutor em Educação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte / UFRN
Universidade Federal do Pará

Belém-PA
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir chegar ao final do mestrado, pois, conseguir escrever esta dissertação não foi fácil. Noites sem dormir direito e, nas manhãs seguintes, ter que sair para trabalhar em período integral e, ainda assim, conseguir fazer um trabalho digno nas escolas aonde ministrei aulas, mesmo cansado, preocupado e passando dificuldades financeiras com minha esposa e minha filha de 3 anos, Ana Louise. Não foi fácil estudar sabendo que, no outro dia, eu não teria dinheiro para comprar comida, mas Deus cuidou de tudo!

Acredito que sem luta não há vitória. Desde que eu saí da minha cidade do interior, Igarapé-Miri, para morar na casa de parentes em Belém, minha vida foi muito difícil, sobretudo, para me manter estudando, sofrendo constantes humilhações e pressões psicológicas. Hoje, finalizando o mestrado, sei que Deus é que me manteve firme e cuidando de mim, essa pesquisa de mestrado dedico à Ele.

LOBATO, Fabricio da Silva. **O Ensino de Função Periódica a partir de sequência didática à luz das unidades articuladas de reconstrução conceitual.** 2022.Dissertação(Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) -Universidade do Estado do Pará, Belém,2022.

RESUMO

A partir da pesquisa efetuada apresento reflexões acerca do processo de ensino-aprendizagem do conceito de Função Periódica. A pesquisa realizada é de caráter quantitativo e qualitativo. O texto apresentado é o relatório final da aplicação da sequência didática para o ensino do conceito de Função Periódica em uma Escola Pública de Belém-Pa pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino Profissional de Matematica. Em busca na literatura por pesquisas relacionadas com as Funções Periódicas não obtive êxito, com isso pesquisei pelas funções trigonométricas e assim consegui entender como se dava o ensino-aprendizagem de fenômenos periódicos que são representados pela função seno e cosseno. O objeto de estudo estar centrado nas potencialidades de uma sequência didática para o conceito de Função Periódica e, partir do diálogo com a literatura da área foi adotado a seguinte questão de pesquisa: Que potencialidades apresenta uma Sequência Didática elaborada com base nas Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual (UARC's) para o ensino-aprendizagem do conceito de função periódica? Além disso os objetivos foram alinhados na seguinte disposição: Geral e Especifico. Em termos metodológicos a pesquisa foi organizada teoricamente a parti da Teoria das Situações didática de Brousseau-TDS (2008), das Unidades Articuladas de Reconstrução Conceitual (UARC) que é constructo teórico de Cabral (2017) acerca da elaboração da sequência didática, da Analise Microgenética de Goés (2000) e da Análise do Discurso de Mortimer e Scott (2002). E com diálogos com base na revisão de literatura e o estudo do objeto matemático elaborei a sequência didática com três UARC's especificamente para o ensino do conceito de função periódica. A aplicação do método de pesquisa consiste nas seguintes etapas: Teste de Conhecimentos Básicos, Oficina de Conhecimentos Necessários para a Sequência e Teste de Verificação de Aprendizagem. A aplicação da sequência didática foi realizada com alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública, utilizei como instrumento de análise e coleta de dados a Analise Microgenética e Analise do Discurso. E por fim, os resultados apontam a partir da análise das interações verbais os indícios de aprendizagem necessários para indicar os benefícios e potencialidades da sequência didática acerca do aluno, professor e do saber, e assim gerar com essa pesquisa um produto educacional.

Palavras-Chave: Ensino. Matematica. Sequência Didática. Função Periódica

LOBATO, Fabricio da Silva. **The Teaching of Periodic Function through a didactic sequence in the light of the articulated units of conceptual reconstruction.** 2022.Dissertation (Professional Master in Mathematics Teaching) -State University of Pará, Belém,2022

ABSTRACT

In this research I present reflections about the teaching-learning process of the concept of Periodic Function. The research carried out is of a quantitative and qualitative nature. The present work is the final report of the application of the didactic sequence for the teaching of the concept of Periodic Function in a Public School of Belém-Pa by the Post-Graduate Program in Professional Teaching of Mathematics. I was not successful in searching the literature for research related to Periodic Functions, so I researched trigonometric functions and thus managed to understand how the teaching and learning of periodic phenomena that are represented by the sine and cosine functions took place. The object of study is the concept of Periodic Function and from the dialogue with the literature of the area, the following research question was adopted: What are the potentialities of a Didactic Sequence elaborated based on Articulating Units of Conceptual Reconstruction (UARC's) for teaching -learning the concept of periodic function? In addition, the objectives were aligned in the following provision: General and Specific. In methodological terms, the research was theoretically organized from Brousseau-TDS' Theory of Didactic Situations (2008), from the Articulated Units of Conceptual Reconstruction (UARC) which is Cabral's (2017) theoretical construct about the elaboration of the didactic sequence, the Analysis Microgenetics by Goés (2000) and Discourse Analysis by Mortimer and Scott (2002). And with dialogues based on the literature review and the study of the mathematical object, I elaborated the didactic sequence with three UARC's specifically for teaching the concept of periodic function. The application of the research method consists of the following steps: Diagnostic Test, Workshop on Required Knowledge for the Sequence and Learning Verification Test. The application of the didactic sequence was carried out with students of the 2nd year of high school in a public school, I used the Microgenetic Analysis and Discourse Analysis as an instrument of analysis and data collection. Finally, the results point from the analysis of verbal interactions the evidence of learning necessary to indicate the benefits and potential of the didactic sequence about the student, teacher and knowledge, and thus generate an educational product with this research.

Keywords: Teaching. Mathmatica. Didactic Sequence. Periodic Function

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

A Matemática constitui-se uma ciência que estar presente na vida do ser humano de forma direta ou indireta e conhece-la é essencial para que este possa ser um indivíduo protagonista em seu meio social. É inegável o quanto a humanidade tem se desenvolvido através desse conhecimento e seu ensino está presente direta ou indiretamente na formação de todo ser humano.

Neste sentido, é certo que a Matemática possui seu ensino direcionado por norteadores presentes no currículo escolar os quais indicam que o ensino de Matemática deve preparar as pessoas para vida, reconhecendo que cada um possui necessidades especificas no que concerne ao processo de apreensão do conhecimento Matemático e na sua utilização em nossa sociedade (GODOY e SANTOS, 2012). Portanto

> [...] deve procurar contribuir, de um lado, para a valorização da pluralidade sociocultural, evitando o processo de submissão no confronto com outras culturas; de outro, criar condições para que o aluno transcenda a um modo de vida restrito a um determinado espaço social e se torne ativo na transformação do seu ambiente. (BRASIL, 1998+, p.28).

Logo, fica claro que a Matemática não se resume a uma disciplina escolar, mas representa um conhecimento essencial a humanidade para sua manutenção e desenvolvimento. No entanto, esse conhecimento matemático não é apreendido facilmente por parte dos alunos, sendo a Matemática uma disciplina cujas pesquisas indicam destaques referentes a altos índices de rejeição, dificuldades e desgosto por parte dos estudantes. Além de apresentarem baixo rendimento nas avaliações de larga escala como Saeb ou Pisa[1]

Mudar essa realidade é o objetivo de cada profissional comprometido com a Educação de nossa sociedade e que consequentemente compõem a missão das pesquisas desenvolvidas no âmbito da Educação Matemática. As pesquisas em Educação Matemática têm voltado seus olhares justamente na busca de formas de ensinar, aprender e fazer Matemática com a utilização de metodologias que estejam

---

[1] Para informações e acesso a dados referentes as avaliações, segue o link dos sites desses sistemas de avaliação:
https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb
https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa.

em consonância com a realidade do aluno e que favoreça a aprendizagem Matemática de modo relevante.

A literatura nos apresenta diversas metodologias, por assim dizer, tendências da Educação Matemática, muitas delas aliadas a recursos educacionais que são associadas ao uso de tecnologias. Não obstante, também nos apresenta uma reflexão na forma de análise, organização e utilização dos livros didáticos, sendo este em alguns casos o principal recurso do professor em sala de aula.

No entanto, nem sempre o professor consegue ter plena compreensão da utilização dessas metodologias além de, por vezes, o tempo de estudo presente na formação inicial não ser suficiente. Assim, compete ao professor se inteirar dessas metodologias e utilizar desses conhecimentos para desenvolver sua prática docente. Ressaltamos então a necessidade do educador se manter em constante aprendizagem, realizando uma formação continuada, fazendo de sua sala de aula, o seu campo de investigação para uma melhor promoção da compreensão da Matemática.

Em relação a este saber, segundo Smole (2005) o conhecimento matemático não é empírico, tendo sua fonte presente em nossas próprias mentes. Embora não seja empírico, o empírico possui papel fundamental para familiarizar o aluno com o saber Matemático, pois desenvolve sua intuição que permite construir a base para que seja favorável a compreensão do conhecimento Matemático.

Deste modo, destacamos que sua apreensão ocorre a partir de abstrações e reflexões realizadas pelo próprio sujeito sob um objeto matemático e seu desenvolvimento se dá segundo as relações construídas com este objeto, cujas relações mais complexas são formadas sobre outras mais simples já construídas.

Nos meus estudos preliminares, das pesquisas analisadas, percebi que o conhecimento algébrico se destaca por apresentar maior dificuldade para os alunos desenvolverem, naturalmente por exigir de um nível considerável de abstração e reflexões do aluno.

O Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, já possuía pesquisas dissertativas sobre as funções trigonométricas, função seno e função tangente, e o colegiado do programa decidiu em reunião, diversifica os temas, verificando que faltavam pesquisas acerca da função cosseno e função periódica.

Nesse sentido, mediante sorteio, recebi do programa, o tema “funções periódicas”, no qual para comtemplar de forma sequencial as pesquisas já realizadas

das funções seno, cosseno e tangente, realizei minha pesquisa em acerca do conceito de função periódica.

O estudo das funções está presente no decorrer boa parte do currículo escolar. Direta ou indiretamente nos deparamos com relações funcionais em variados eixos, isto é, tanto na Matemática como em outras áreas do conhecimento. Sua aprendizagem é essencial na formação dos alunos e contribui para descrever diversos fenômenos da nossa realidade.

No âmbito histórico, o conceito de função esteve relacionado inicialmente à descrição de fenômenos a partir da relação de variáveis, sendo inserido posteriormente em sua noção, representações gráficas, verbais e analíticas e, por fim, constituído como uma relação entre conjuntos (ZUFFI, 2001). Consequentemente, no âmbito educacional devemos considerar que

> este saber, que em sua complexidade levou séculos para ser consolidado, foi construído a partir das contribuições de diversos matemáticos dentro da história. [...] Desta forma, na aprendizagem do conceito de função, enquanto um conhecimento cercado de formulações e reformulações enfrentadas por diversos colaboradores historicamente, é compreensível a apresentação de dificuldades por parte dos alunos no processo de aprendizagem (SOUZA, ALVES e SILVA, 2019, p. 1).

Assim, no processo de ensino e aprendizagem das funções, o tópico relacionado ao seu conceito, as formas de representações e aplicações podem atuar como obstáculos na apreensão deste conhecimento por parte do aluno, e os documentos oficiais citam a relevância de aprender função.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio – OCEM (2006) retratam a importância da associação das funções com os fenômenos e reforça que este conhecimento desenvolve diversas habilidades no aluno, como o tratamento da linguagem algébrica, capacidade de compreender e representar fenômenos e a construção de modelos descritivos de situações-problema, uma vez que, dentre os fatores de dificuldades na aprendizagem de função consiste na relação do conteúdo à realidade do aluno, o que por vezes não é apresentado pelo professor. Além de obstáculos em nível geral tais como o desconhecimento dos elementos que compõem seu conceito, isto é, noções de variáveis dependentes e independentes, representação gráfica, compreensão da expressão analítica, dentre outros.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (1999) destacam no ensino de funções, a necessidade da presença de atividades que relacionem o conteúdo ao cotidiano do aluno de modo a garantir que este adquira flexibilidade para “lidar com o conceito de função em diversas situações, desenvolvendo assim sua capacidade de raciocínio, investigação, comunicação e argumentação” (SOUZA; COSTA, 2018, p. 3).

Não obstante, a partir das pesquisas, observei que os alunos apresentam resistência, na aprendizagem das funções, principalmente na aprendizagem das funções trigonométricas que compõem o estudo das funções periódicas. Sendo ainda vigente, por exemplo, o ensino das funções trigonométricas seno, cosseno e tangente, mas precedido do que vem a ser uma função periódica para uma melhor compreensão (RIBEIRO, 2011; BATISTA, 2015).

Tanto o PCN como a BNCC fazem referência para o estudo de fenômenos periódicos, e é importante destacar que a BNCC direciona o estudo desses fenômenos para modelos matemáticos relacionados com as funções trigonométricas seno e cosseno. Os próprios documentos oficiais brasileiros não fazem nenhum direcionamento para o estudo das funções periódicas de forma geral, mas sim orienta o estudo apenas das funções seno e cosseno.

É com intuito de minimizar as lacunas de aprendizagem e proporcionar aos alunos uma educação formativa que conceba a apreensão do conhecimento matemático que as pesquisa no âmbito do Ensino de Matemática têm dirigido suas atenções. Compõem as tendências da Educação Matemática a Resolução de Problemas; a História da Matemática; os Jogos; as Tecnologias da Informação; a Modelagem e a própria Etnomatemática.

O uso de metodologias diferenciadas que chamem a atenção dos alunos e tornem a Matemática mais atrativa e convidativa configuram-se como viés para atuar diante destes obstáculos de aprendizagem. Estas tendências se manifestam nas variadas alternativas metodológicas elaboradas e testadas por meio das pesquisas considerando os diferentes contextos em que ocorre a ação educativa.

Aliada a estas metodologias temos as teorias de aprendizagem, desenvolvidas por pesquisadores da área de Educação Matemática com o intuito de descrever o fenômeno de ensinar e aprender Matemática. Destaco nesse sentido a teoria das Situações Didáticas por fazer uma investigação do processo de ensino e aprendizagem de Matemática a partir da relação professor-saber-aluno (BROUSSEAU, 2008). Na teoria das situações o objeto central de estudo não é o aluno, nem o professor, mas a situação didática que relaciona professor, aluno e o saber matemático, para uma aprendizagem mais significativa.

Para promover as situações de aprendizagem têm-se visto nas pesquisas em Educação Matemática a utilização de Sequências Didáticas que segundo Zabala (1998, p. 18) é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”. Assim, sua utilização permite aos alunos consolidar e ampliar a aprendizagem de conceitos, procedimentos e representações simbólicas por meio de situações-problema e atividades (MAROQUIO, PAIVA E FONSECA, 2015)

Nesse sentido, no que concerne ao desenvolvimento de Sequências Didáticas, a literatura apresenta diversos tipos, cada qual com sua organização, todavia, apoiado em referenciais teóricos. Ressalto assim, a importância de um modelo estruturante e destaco, diante dessa polissemia em torno da compreensão/organização de uma Sequência Didática, as Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual (UARC’s) por se constituírem um constructo que permite a elaboração e organização autônoma de Sequências Didáticas na ação educativa (CABRAL, 2017).

Assim, esta pesquisa parte do princípio de que existem lacunas no processo de ensino e aprendizagem de Matemática e da importância da investigação de melhorias no ensino dessa disciplina, a qual dou enfoque ao ensino do conceito de funções periódicas. Busco responder a seguinte questão: *Que potencialidades apresenta uma Sequência Didática elaborada com base nas Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual (UARC’s) para o ensino-aprendizagem do conceito de função periódica?*

Para responder a esse questionamento estabeleço como objetivo geral dessa pesquisa: *identificar as potencialidades didáticas de uma Sequência Didática elaborada com base nas Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual (UARC’s) especificamente para o ensino-aprendizagem do conceito de função periódica.*

O percurso metodológico dessa pesquisa tem por consequência cumprir os seguintes objetivos específicos ao longo da pesquisa.

- Realizar um estudo do conceito de função periódica a partir do estudo de algumas funções periódicas no contexto da comunidade científica e no âmbito escolar;
- Catalogar, a partir de revisão de estudos, pesquisas recentes que abordam sobre o ensino e/ou aprendizagem de funções periódicas no âmbito teórico, experimental e análise de livro didático;

- Selecionar os sujeitos da pesquisa, composto de alunos do 2º ano do Ensino Médio de escolas públicas no município de Belém do Pará;
- Identificar as dificuldades relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem do conceito de funções periódicas a partir das considerações documentos oficiais e apontamentos de trabalhos elencados na revisão de estudos;
- Elaborar Sequência Didática para o ensino do conceito de função periódica estruturada segundo as UARC's, tendo em vista a superação dos obstáculos identificados no processo de ensino e aprendizagem e durante as análises prévias;
- Realizar a aplicação de Sequência Didática proposta com a turma de controle;
- Identificar mediante analises os indícios de aprendizagem evidenciados pelos estudantes de uma turma do 2º ano do Ensino Médio, matriculados em uma escola pública estadual, a respeito dos conceitos matemáticos relativos ao conceito de função periódica, após a aplicação de uma Sequência Didática estruturada segundo as UARC's;
- Explicitar as potencialidades da Sequência Didática aplicada na lógica das Unidades Articuladas de Reconstrução Conceitual no tocante ao professor, ao saber construído e aos alunos.

Para situar o leitor e proporcioná-lo uma breve compreensão da pesquisa desenvolvida, apresento a seguir, a organização metodológica em dois aspectos: conceituais e procedimentais.

Compõem os aportes conceituais a teoria das Situações Didáticas; os pressupostos acerca da sequência didática; as Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual (UARC's), os conceitos envoltos acerca da Análise Microgenética e Análise do Discurso. Os aportes procedimentais englobam a revisão de literatura; estudo do objeto matemático; a percepção dos alunos; verificação e nivelamento dos alunos a partir do teste de conhecimentos básicos e oficina, respectivamente; registro da aplicação da sequência didática e, por fim, tratamento e análise dos resultados.

Os tópicos supracitados estão presentes e são discutidos ao longo dos 5 capítulos que compõem este trabalho. Verso a seguir a abordagem e discussão presente em cada capítulo.

No capítulo 1, verso acerca dos referenciais teóricos, formados pelos pressupostos da Teoria das situações didáticas de Brousseau (2008), os constructos das UARC’s de Cabral (2017) e para fazer a investigação e análise dos resultados na aplicação da Sequência Didática, apoio-me na Análise Microgenética de Goés (2000) e na Análise do discurso de Mortimer e Scott (2002).

No capítulo 2, realizei o estudo das funções periódicas a partir do que se tem posto na comunidade científica, estabelecendo relação com o âmbito escolar. No texto matemático sobre função periódica trago as funções periódicas não trigonométricas com a intenção de mostrar as características dessas funções pouco exploradas e também exploro as funções periódicas trigonométricas. É dado enfoque as questões conceituais e trato de alguns exemplos de função periódica tais como as funções de Euler, seno, cosseno e tangente; mantissa; Dirichlet e de taxa de variação instantânea constante.

Por conseguinte, no capítulo 3, abordo sobre o ensino e aprendizagem das funções periódicas no âmbito do processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, consulto os documentos oficiais, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN’s); as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pesquisas desenvolvidas nesta perspectiva.

Ressalto que em meus estudos prévios não encontrei pesquisas que versassem cujo enfoque se desse especificamente em relação ao conceito de funções periódicas. Diante disso estabeleci como ponto de partida as funções trigonométricas, com isso foi feito a revisão bibliográfica de dissertações mediante a leitura sistemática e ressaltando pontos importantes de cada pesquisa.

O capítulo 4 refere aos aspectos metodológicos da pesquisa, isto é, exibo as características enquanto ao procedimento, natureza, objetivo e abordagem. Em seguida apresento os instrumentos de investigação, isto é, o teste conhecimentos básicos; a oficina de conhecimentos necessários; a proposta de Sequência Didática para o ensino do conceito de função periódica e o teste de verificação de aprendizagem (todos presentes nos apêndices A, B e C deste trabalho). Em relação a Sequência Didática elaborada, realizei as análises preliminares, portanto, verso em cada atividade, seu objetivo, materiais, desenvolvimento, os resultados esperados e possíveis complicações em relação a aprendizagem.

O capitulo 5 refere-se ao procedimento metodológico de análise e discursão dos resultados obtidos da aplicação da sequência didática na turma experimental, no qual analisei as interações ocorridas com o apoio da análise do discurso e assim identifiquei os indícios de aprendizagem, e em seguida analisei o número de acertos e erros do teste de aprendizagem aplicado na turma experimental e de controle, e com isso obtive resultados para responder à questão de pesquisa.

Por fim, tem-se a minha visão da pesquisa, minha consideração final, avaliação e perspectivas acerca da sequência didática desenvolvida como um produto educacional para ser um recurso didático para o professor no ensino do conceito função periódica.

1. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

O objetivo deste capitulo é de apresentar os aportes teóricos que foi usado como suporte para o desenvolvimento desta pesquisa, neste sentido, apresento inicialmente uma discussão em relação a Teoria das Situações Didáticas desenvolvida por Brousseau (2008); as Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual (UARC's) de Cabral (2017), em relação ao uso da Análise Microgenética proposta por Goés (2000) e, por fim, a Análise do Discurso na perspectiva de Mortimer e Scott (2002).

As considerações de Brousseau (2008) corroboraram para a compreensão das contribuições do uso da sequência didática no processo de ensino e aprendizagem de matemática. Cabral (2017) aborda sobre a estrutura e organização de uma sequência didática e atuou como referencial para proposta de instrumento de investigação. As explanações da análise microgenética de Goés (2000) e da análise do discurso de Mortimer e Scott (2002) referem as formas de captação e análise de dados no desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa.

1.1. TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS

O Movimento da Matemática Moderna foi uma tentativa de repensar o currículo de Matemática, no entanto, este movimento não conseguiu atingir os objetivos estabelecidos, dentre outros fatores, por não considerar o ensino de Matemática como um processo composto de diferentes entes, estando além de se resumir ao objeto Matemático em si, ou um único método de atuação. Consequentemente, teve seu fim ao final da década de 60.

Assim, iniciou-se as discussões que levariam ao nascimento da Didática da Matemática, na década de 70, com reflexões em relação à como o aluno aprende, as alternativas metodológicas, as maneiras que o aluno constrói o pensamento Matemático, os obstáculos presentes em cada objeto Matemático para sua compreensão, as influências do ambiente na aprendizagem e, podemos ainda, citar as influências de aspectos internos do aluno em sua aprendizagem.

A Didática da Matemática transforma-se na "ciência das condições de transmissão e apropriação dos conhecimentos Matemáticos úteis aos homens e a suas instituições". (BROUSSEAU, 2008, p.53). O autor explica que "a modelagem dessa transmissão leva a utilizar o termo situação didática no sentido de entorno do aluno, que inclui tudo o que especificamente colabora no comportamento Matemático de sua formação”. (BROUSSEAU, 2008, p 53)

Foi no estudo desses elementos que compõem a ação pedagógica, isto é, professor, aluno e o saber (Matemático) (ALMOULOUD, 2007), que Brousseau introduziu a primeiras ideias e concepções no que conhecemos a Teoria das Situações Didáticas. Em suas pesquisas ele verificava e valorizava cada momento do processo de construção do conhecimento Matemático e desenvolveu uma estrutura de ensino e aprendizagem.

De acordo com Brousseau (2008) uma situação é um modelo de interação de um sujeito com um meio determinado, e esse meio é um subsistema autônomo, antagônico ao sujeito.

Para Almouloud (2007) o objetivo da teoria das situações é caracterizar um processo de aprendizagem por uma série de situações reprodutíveis, conduzindo frequentemente à modificação de um conjunto de comportamentos dos alunos e essa modificação ocorre quando o aluno consegue adquirir determinado conjunto de conhecimento.

Segundo Almouloud (2007) na teoria das situações o objeto central de estudo não é o sujeito cognitivo, mas a situação didática na qual são identificadas as interações estabelecidas entre professor, aluno e saber, com isso podemos definir situação didática como sendo

> o conjunto de relação estabelecidas explicitamente e/ou implicitamente entre um aluno ou grupo de alunos, um certo *milieu* (contendo eventualmente instrumentos ou objetos) e um sistema educativo (o professor) para que esses alunos adquiram um saber constituído ou em constituição BROUSSEAU (1978, *apud* ALMOULOUD, 2007, p 33).

Brousseau utiliza o termo *Milieu* para referir-se ao meio que interage com o aluno, porém esse meio produz incertezas, contradições, atitudes e emoções que levam a aprendizagem.

> O aluno aprende adaptando-se a um *milieu* que é fator de dificuldades, de contradição, de desequilíbrio, um pouco como acontece na sociedade humana. Esse saber, fruto da adaptação do aluno, manifesta-se pelas respostas novas, que são a prova da aprendizagem (BROUSSEAU,1986, p.49). [...] O *milieu* não munido de intenções didáticas é insuficiente para permitir a aquisição de conhecimentos matemáticos pelo aprendiz. Para que haja essa intencionalidade didática, o professor deve criar e organizar um *milieu* no qual serão desenvolvidas as situações suscetíveis de provocar essa aprendizagem (ALMOULOUD, 2007, p.32).

Entendemos que a adaptação mencionada por Brousseau (1986) faz referência ao processo de equilíbração descrito por Piaget, logo, a aprendizagem ocorre como consequência desse processo em que as respostas correspondem ao que foi apreendido pelo aluno na interação com o meio.

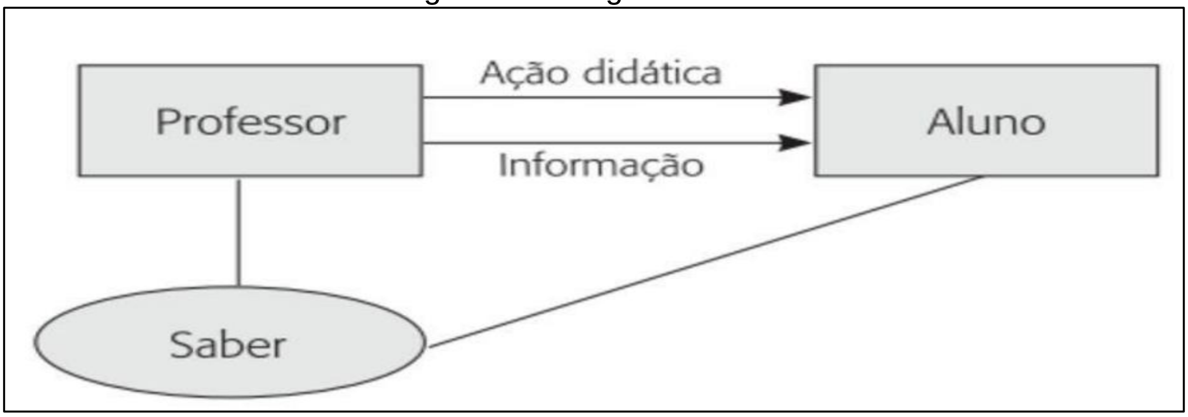
Assim, uma vez que a intenção didática seria qualquer ação direcionada para a aprendizagem de um saber, é importante a criação de um ambiente favorável para se adquirir novos conhecimentos. Nesse sentido compete ao professor organizar o ambiente (*milieu)* com intenções didáticas para desenvolver situações que provoque o aluno, para que ele possa adquirir o conhecimento Matemático.

Ainda em relação a apreensão de conhecimentos, devemos considerar que nós estamos em constante aprendizagem, todo dia, aprendemos novas coisas, ou seja, adquirimos conhecimento a partir de nossa interação com o meio em que viemos e estamos inseridos, logo, é possível adquirir conhecimentos matemáticos sem estar necessariamente em um meio favorável como a escola, a exemplo o trabalho em uma feira ou em uma construção.

No entanto a escola se constitui um meio organizado para essa aprendizagem (conhecimento matemático), isto é, um meio munido com intenções didáticas. É nesse ponto que temos dois conceitos pertinentes no processo de aprendizagem que é abordado por Brousseau, o conceito de situação didática e adidático. O desafio de entender essa interação entre o didático e o adidático mostra a profundidade da intenção educacional da Didática da Matemática. (PAIS 2018, p 68)

A situação didática é formada pelas múltiplas relações pedagógicas estabelecidas entre o professor, os alunos e o saber, com finalidade de desenvolver atividades voltadas para o ensino e para aprendizagem de conteúdo especifico (PAIS 2018, p.65).

Figura 1: Triangulo Didático



Fonte: Brousseau (2008, p 54).

Segundo Brousseau (2008) a situação didática é uma relação entre o aluno, o professor e conhecimento, planejada pelo docente para que todos os envolvidos se apropriem, de maneira a produzir significado, ou seja, é uma simulação do trabalho de um pesquisador que cria instrumentos para resolver um problema.

De acordo com Pais (2018) a situação didática pode ter em torno uma diversidade de situações adidáticas, que de acordo com Guy Brousseau ocorre

> quando o aluno torna-se capaz de colocar em funcionamento e utilizar por ele mesmo o conhecimento que ele está construindo, em situação não prevista de qualquer contexto de ensino e também na ausência de qualquer professor, está ocorrendo então o que pode ser chamado de situação adidática. (BROUSSEAU, 1986 *apud* Pais 2018, p.68)

A situação adidática é o momento em que não se tem o controle pedagógico do professor, sendo compreendida como o momento do trabalho do aluno sem influência direta da intenção de ensinar.

De acordo como Almouloud (2007) a situação adidática é uma situação na qual a intenção de ensinar não é revelada ao aprendiz, mas foi imaginada, planejada e construída pelo professor.

Para Brousseau (1986, Apud Almouloud,2007) as características de uma situação adidática é de escolher um problema matemático que possa fazer o aluno agir, falar, refletir e evoluir por iniciativa própria, sendo assim o aprendiz adquiri conhecimento novos e nesse cenário o professor é um mediador e criador de condições para o aluno ser o principal ator da construção de seus conhecimentos a partir de atividades propostas ao aluno.

Brousseau (2008) ressalta que em uma situação escolar, o professor organiza e constitui um meio, que pode ser, por exemplo, um problema, que revela mais ou menos claramente sua intenção de ensinar ao aluno um saber determinado, mas dissimula suficientemente esse saber e a resposta esperada, para que o aluno o possa encontrar sozinho por meio de uma adaptação pessoal ao problema formulado.

Assim, entendemos que uma situação didática se diferencia da uma situação adidática por proporcionar um maior controle da ação educativa ao professor. Logo caracteriza por uma abordagem de organização prévia e de objetivos e métodos definidos no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Almouloud (2007) para analisar o processo de aprendizagem, a teoria das situações observa e decompõe esse processo em cinco fases diferentes e essas fases são interligadas e modelam também as situações adidáticas, são elas: devolução, ação, formulação, validação e institucionalização (BROUSSEAU, 2008).

Na etapa de devolução os alunos aceitam participar do processo de aprendizagem, o aluno torna-se responsável por parte da aprendizagem, antes condicionada somente na figura do professor.

A etapa de ação, caracterizada pelo aspecto experimental do conhecimento, ou seja, o aluno perante a situação didática interage com a aula e cria procedimentos, planeja resoluções de problemas e formula hipóteses. Nessa situação de ação o aluno realiza procedimento imediato de forma mais intuitiva do que teórica para resolver um problema, nesse caso o aprendiz fornece uma resposta correta do problema, mas não sabe explicar os argumentos utilizados por ele para a elaboração da solução do problema, por esse motivo em tal situação predomina o aspecto experimental e permanecendo recuado o aspecto teórico dos conceitos envolvidos. (PAIS, 2018).

No momento da formulação, o aprendiz já faz afirmações sobre suas resoluções, já percebe e comunica estratégias de sucesso havendo assim troca de conhecimentos entre os alunos, e eles procuram modificar a linguagem matemática e contextualizá-la para atender seus objetivos que antes foram planejados. Na situação de formulação o aluno já utiliza um esquema mais teórico do que experimental para resolver o problema, contendo um raciocínio mais elaborado e aplicando informações anteriores, nesse caso o aluno faz afirmações sem ter a intenção de jugar a validade do conhecimento, embora implicitamente tenha intenção de validar. (PAIS, 2018).

No processo de validação sem o rigor matemático já aparece a necessidade de provar as afirmações, nesse momento procura-se convencer o outro sobre a validade de uma regra e tudo que foi estudado é organizado e verificado pelos alunos se as informações obtidas condizem com o esperado, ou seja, é verificado o novo conhecimento que foi construído. A situação de validação está relacionada ao plano da argumentação racional, voltado para a veracidade do conhecimento, e o aluno pode contestar ou mesmo rejeitar proposições que ele ainda não compreende, nesse momento o aluno utiliza mecanismos de prova e o saber é mais teórico. (PAIS, 2018)

Por fim, na institucionalização é o momento que o conhecimento se torna objetivo e fundamental, sendo assim o professor e alunos validam o conhecimento, a intenção do professor perante a situação didática é revelada. A situação de institucionalização sob o controle do professor é o momento onde ocorre a passagem do conhecimento do plano individual e particular para a dimensão do saber cientifico, por meio dessa situação o saber passar ser uma referência para o aluno, extrapolando o limite subjetivo. (PAIS, 2018)

De acordo com Pais (2018) o momento de institucionalização para o aluno só faz sentido quando ele compreende o significado do conteúdo e consegue integrar seu conhecimento a uma teoria mais ampla, ainda vale destacar que a institucionalização do conteúdo não deve ser confundida como uma interpretação subjetiva, quando o professor antecipa indevidamente o conhecimento aceito como valido.

Pais (2018) explica que na classificação das situações didáticas elas quase sempre se encontram fortemente entrelaçadas entre si, sendo que cada uma das situações articula diferentes regras de contrato didático, pois as tarefas do professor e do aluno são diferentes em cada etapa.

Em sua teoria Brousseau (2008) também descreve sobre os tipos de contratos didáticos, que regula as relações e objetivos implícitos do professor perante a situação didática, nele contendo as responsabilidades de cada participante, as formas de avaliações e os compromissos implícitos ou não do aluno em relação ao professor e o conhecimento.

De acordo com Guy Brousseau (1980, apud Almouloud, 2007) o contrato didático é o conjunto de comportamento especifico do professor esperado pelos alunos, e os comportamentos dos alunos esperado pelo professor.

Almouloud (2007) comenta que o contrato didático não é composto apenas por regras de convívio ou lista de combinados, mas também, como um contrato pedagógico. O contrato didático seria referente ao processo de ensino e de aprendizagem, geralmente não escrito, mas formado por relações que o professor espera do aluno e das atitudes que o aluno espera do professor, de um modo geral, o que é explicitado em contrato didático são questões sobre avaliações e como as atividades serão feitas.

A teoria das situações didáticas de Brousseau (2008), e o estudo dos fundamentos da didática da matemática escrita por Almouloud (2007) e de Pais (2018) fornece um grande apoio teórico para o desenvolvimento de pesquisas no âmbito da didática da matemática e consequentemente para nossa temática, o ensino do Conceito de Função Periódica.

Nesse sentido, vimos que a intenção didática é insuficiente para garantir a aprendizagem é preciso que a proposta metodológica a ser trabalhada seja desenvolvida de forma organizada, em termo de estrutura, meios, atuação e objetivos. A esse conjunto organizado de estratégias voltadas para o ensino de um saber damos o nome de sequência didática a qual explanamos a seguir.

1.2. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

No que concerne as discussões acerca da construção do conhecimento Matemático, as pesquisas nesse âmbito passaram a observar a importância de utilizar os conhecimentos que o aluno possui como ponto de partida para a apresentação de um novo objeto matemático.

Neste sentido, utilizar os conhecimentos prévios do aluno segundo uma abordagem metodológica estruturada, com objetivos definidos e com estratégias que proporcionem a interação do aluno com o conhecimento configuram atitudes essenciais por parte do professor, que passa a atuar como mediador entre o saber matemático e os alunos.

Esta forma organizada de estruturar a ação educativa, considerando as variáveis presentes no processo de ensino e aprendizagem, chamamos de sequência didática, que possui sua gênese em trabalhos relacionados ao ensino da língua materna, porém seus pressupostos se aplicam as mais variadas áreas. Em nossa discussão trazemos as considerações de alguns autores acerca da utilização das sequências didática, em específico no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

De acordo com Zabala (1998, p. 18), temos a Sequência Didática caracterizada como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”, ou seja, a Sequência Didática são atividades organizadas e articuladas uma a uma, com o objetivo de alcançar a aprendizagem de um determinado conteúdo matemático.

Assim, as atividades devem ter uma relação entre si e ser planejadas para delimitar cada etapa do assunto matemático que será ensinado (OLIVEIRA. 2013). Quanto a essas atividades,

> uma Sequência Didática é composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executam com a mediação do professor. As atividades que fazem parte da sequência são ordenadas de maneira a aprofundar o tema que está sendo estudado e

> são variadas em termos de estratégia: leituras, aula dialogada, simulações computacionais, experimentos, etc. (MANTOVANI, 2015, p. 17).

No entanto, a Sequência Didática deve ser mais que uma forma de organizar e estruturar a prática docente, Cabral (2017) discute a utilização das Sequências Didáticas no âmbito da construção do conhecimento matemático, destacando elementos determinantes. Temos, nessa perspectiva a Sequência Didática como

> [...] um conjunto articulado de dispositivos comunicacionais de natureza escrita ou oral que sistematiza as intervenções de ensino com a intencionalidade objetiva de estimular a aprendizagem de algum conteúdo disciplinar de Matemática a partir da percepção de regularidades e do estabelecimento de generalizações adotando-se uma dinâmica de interações empírico-intuitivas (CABRAL, 2017, p. 12).

Destacamos que o professor deve desenvolver as atividades com a intenção de elaborar um instrumento simples de aprendizagem, de modo a estabelecer comunicação entre o que quer ensinar e as possibilidades para que o aluno aprenda.

Essa aprendizagem segundo Cabral (2017) se dá por meio da percepção de padrões, regularidades e o estabelecimento de generalizações fomentadas no desenvolvimento das atividades formuladas pelo professor. Nesse sentido, Cabral (2017) destaca que,

> esse conjunto de intervenções “passo a passo” dirigido pelo professor com a finalidade de atingir objetivos de aprendizagem sugere a ideia dos elos conectados de uma corrente. Cada elo posterior está devidamente articulado aos elos anteriores e permite outras articulações com elos subsequentes. Uma forma de rede que se estrutura a partir dessas articulações conceituais (CABRAL, 2017, p. 33).

A atividade de aprendizagem desenvolvida pelo professor deve ser criada de forma a possuir elos de aprendizagem que possibilite ao aprendiz em cada atividade absorver conhecimento necessário para resolver a atividade seguinte, ou seja, se o estudante conseguiu resolver a primeira atividade da sequência proposta a ele, o aluno terá subsídios suficientes para resolver a segunda atividade, e as atividades que virão a ele no decorrer da sequência.

Para favorecer o processo de ensino aprendizagem, é importante levar em consideração o que o aluno já conhece e no decorrer das atividades o professor oferecer ajuda, que permita o aluno a superar alguns obstáculos que podem surgir no decorrer da aplicação da Sequência Didática.

No viés metodológico da Sequência Didática, o professor tem que ter uma interação com o aluno de uma forma que possa transmitir confiança para o aprendiz.

Esse aluno, por sua vez, ao se sentir confiante e motivado permitirá ser conduzido pelo professor na hora da aplicação da atividade devidamente ordenada e articulada. Referente a elaboração dessas atividades que refletem a estrutura da Sequência Didática, Cabral (2017) propõe um modelo estruturante que descrevemos a seguir.

1.3. UNIDADES ARTICULAVEIS DE RECONSTRUÇÃO CONCEITUAL – UARC’s

Sair do modelo tradicional de ensino marcado pela terna definição, exemplo e exercício, não é fácil, temos que ensinar Matemática de uma forma diferente, para conduzir o aluno a desenvolver interações verbais reflexivas, para que de alguma forma este aluno estabeleça, mesmo que de forma intuitiva, padrões matemáticos e tenha condições de fazer generalizações.

Estes elementos supracitados são descritos por Cabral (2017) como essenciais para que ocorra a apreensão do conhecimento matemático, isto é, para que o aluno conheça o objeto matemático e passe a saber e não somente o saber fazer. Uma vez que a Matemática se configura como uma ciência que buscar manter suas estruturas bem definidas.

Cabral (2017) destaca em seu trabalho, referente à elaboração de Sequências Didáticas, a reconstrução de conceitos; a identificação de propriedades; a percepção de regularidades e o estabelecimento de generalização como importantes assimilações a serem realizadas pelos alunos e que o professor deve almejar em sua Sequência Didática.

As Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual – UARC’s propostas por Cabral (2017) buscam proporcionar ao professor um modelo estruturante para a construção de Sequências Didáticas. É interessante e vale ressaltar o dinamismo proporcionado por esse modelo estruturante, no sentido de que o constructo pode ser relacionado as variadas tendências da Educação Matemática e as mais diversas abordagens metodológicas.

Assim, uma UARC é uma unidade bem fundamentada e definida para a reconstrução de determinado conceito de um objeto matemático, ou seja, a UARC é um conjunto de articulações condicionadas a partir de uma intervenção inicial de ensino.

Cabral (2017) denomina UARC-1 como sendo o ponto de partida e está é chamada de UARC de primeira geração. A UARC-2(segunda geração) a escolha dela estar condicionada, não pode ser uma escolha qualquer, a UARC-2 tem que estar estritamente liga a UARC de primeira geração e assim por diante vai se construindo as UARC’s de ordem superior.

Para a construção das UARC’s serem bem compreendidas temos

> [...] seis categorias estruturantes que materializam o texto de uma SD de acordo como eu concebi em suas adaptações necessárias para o ensino-aprendizagem de Matemática nos níveis fundamental e médio, são elas: Intervenção Inicial **(I_i)**, Intervenção Reflexiva **(I_r)**, Intervenção Exploratória **(I_E)**, Intervenção Formalizante (**I_F**), Intervenção Avaliativa Restrita (**I_{AR}**) e, finalmente, as Intervenção Avaliativa Aplicativa (**I_{AA}**) (CABRAL, 2017, p 40).

Essas 6 categorias bem compreendias, elas irão estruturar e materializar a Sequência Didática, devemos ter o conhecimento de como funciona cada uma, sendo assim, temos primeiramente a Intervenção inicial que é o primeiro elemento de um jogo discursivo que será mediado pelo professor com intenção de estimular o aluno a perceber algum pensamento matemático.

A Intervenção reflexiva surge de um questionamento, esse questionamento refere-se a um ou mais aspectos relacionados ao conceito de reconstrução do objeto, e a intervenção reflexiva leva o aluno a levantar hipóteses, fazer conjecturas.

A Intervenção exploratória tem como objetivo aprofundar a forma que o aluno olha suas respostas que surgem a partir da intervenção reflexivas, mas a partir da solicitação a esse aluno para executar algum procedimento nesse momento serão convidados para fazerem simulações, experimentações, descrições, preencher tabelas, elaborar gráficos e observações.

Cabral (2017) explica que a combinação das Intervenções Reflexivas e Exploratórias, cria um ambiente didático estimulante de intervenções estruturantes pré-formais, geralmente esquecidas em aulas expositivas.

De acordo com o autor as generalizações empírica-intuitiva por parte do aprendiz, que surgem a partir dos estímulos das Intervenções Reflexivas e Exploratória, com isso o professor se apropria do conhecimento empírico-intuitivo do aluno e enuncia a Intervenção Formalizante.

A Intervenção Formalizante é o momento que o professor formaliza o conceito matemático a partir das percepções feitas pelos alunos, aqui explica Cabral (2017), que o professor é orientador do pensamento mediado pela Sequência Didática, e reelabora os conhecimentos sugeridos pelos alunos com o refino da formalidade matemática, sendo que, é nesse momento que as percepções feitas pelos aprendizes são revestidas pelo saber formal da disciplina, pela linguagem abstrata e axiomática, que é algo próprio da Matemática.

De acordo com Cabral (2017) após as Intervenções formalizantes, o professor pode inserir para avaliar a aprendizagem, a Intervenção Avaliativa Restrita, que é o momento que é feita a verificação da aprendizagem do aluno em dois aspectos fundamentais, que são, os sentidos e significados do objeto matemático de estudo em questão, e como se operam e justificam as propriedades e operações desse objeto matemático.

A Intervenção avaliativa aplicativa tem como finalidade a resolução de problemas de aplicação, no qual o aluno tem que ser capaz de mobilizar conhecimento associado a propriedade operacionais do objeto matemático envolvido no problema.

Cabral (2017) criou duas modalidades para materializar a Intervenção Inicial, que foram a Exploração Potencial (I_i-EP) e a Conexão Pontual (I_i-CP). O autor explica que a modalidade Exploração Potencial é iniciar uma Sequência Didática a partir de uma situação-problema, um jogo, um quebra-cabeça, ou até mesmo desafios de natureza aritmética, algébrica e geométrica.

Para o autor essa modalidade por meio de diversos questionamentos aos alunos, permite ao professor desencadear procedimentos investigativos como, simulações, conjecturas, hipóteses, analogias, que são procedimentos comuns da construção do saber matemático.

Segundo Cabral (2017) a modalidade Conexão Pontual é um conjunto finito de comandos procedimentais pontuais interligados como um elo de uma corrente, sendo que cada procedimento operacional solicitado ao aluno deve estar ligado ao procedimento anterior e essas ações pontuais conectadas se potencializam.

> Em ambas as modalidades a condução diretiva-dialógica do professor assume o papel de orientador do pensamento que tem como objetivo a (re) construção de um ou mais conceitos já sistematizados do saber disciplinar da Matemática sugerida no currículo escolar. (CABRAL 2017, p 45).

A condução diretiva-dialógica, o professor tem como objetivo fazer o aluno aprender e permitir a participação desse aluno, para que este construa ou reconstrua o conhecimento matemático, mas para isso o professor tem que ser um mediador do pensamento desse estudante e oferecer uma Sequência Didática bem planejada e cheia de intenções.

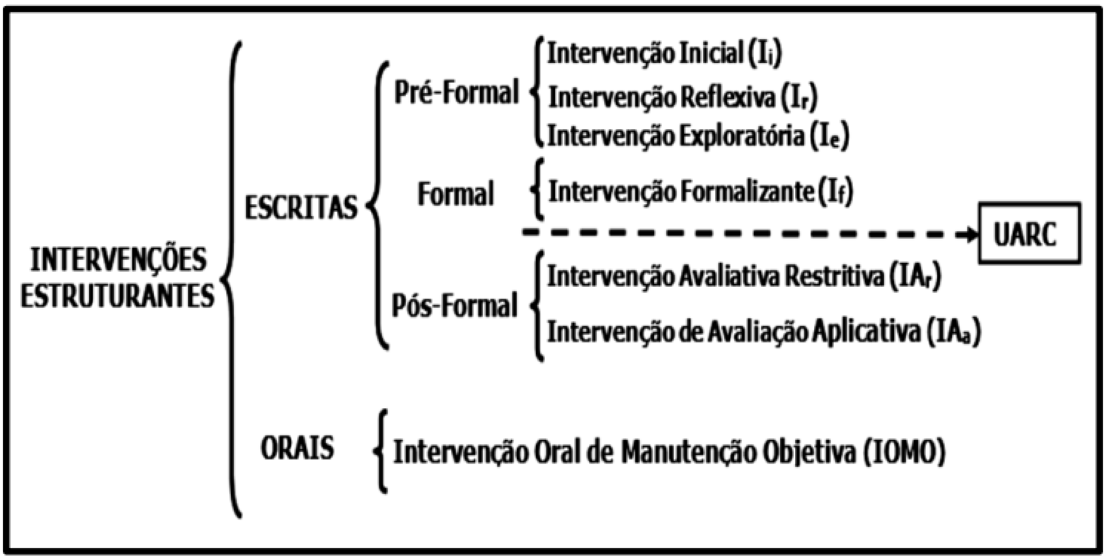
De acordo com Cabral (2017) além das seis categorias de intervenções escritas existe uma sétima intervenção de natureza oral denominada Intervenção Oral de

Manutenção Objetiva (I-OMO) cuja intenção é manter o foco da reconstrução pretendida pela Sequência Didática e a objetividade planejada.

A Sequência Didática vai ser um instrumento que vai provocar o aluno, e essa provocação ocorre pelas intervenções estruturantes que surgem na forma escrita na Sequência Didática, e um tipo de intervenção que não é visível, denominado de Intervenção Oral de Manutenção Objetiva (I-OMO), com isso vai ocorrer um envolvimento do aluno no processo de ensino e aprendizagem, acontecendo um "toque de bola comunicativo" entre professor-aluno. (Cabral, 2017)

Conforme o autor essas sete categorias, sendo seis escritas e uma oral, são suficientes para consolidar uma estrutura funcional mínima para as sequencias didáticas voltada para o ensino de matemática, sendo que as seis intervenções escritas são classificadas em pré-formais, formais e pós-formais.

Figura 2: Intervenções Estruturantes para uma sequência didática



Fonte: Cabral (2017, p. 97).

Cabral (2017) ressalta que a construção do cenário didático adotando a Intervenção inicial como uma espécie de "caixa de pandora", traz como consequência uma série de desdobramento relacionais até a redescoberta pelo aluno de alguma verdade Matemática, que será promovida pelas ações diretivas do professor a partir de uma Sequência Didática.

As intervenções orais de manutenção objetiva e as intervenções estruturantes, juntas, permitem o professor aproximar o objeto de conhecimento matemático do aluno, que em algum momento do processo pode se distanciar.

A intervenção oral de manutenção objetiva é como se fosse uma Sequência Didática escondida, que se mantém na mediação do professor frente ao aluno. Para Cabral (2017) as intervenções orais de manutenção objetivas descrevem os contornos das ações dos alunos em relação às intervenções estruturantes da Sequência Didática mediada pelo professor.

Figura 3:Zonas de Tensão Discursivas Alfa, Beta e Gama

Fonte: Cabral (2017, p. 47).

De acordo com o autor a figura 2 representa as Zonas de Tensão Discursivas Alfa, Beta e Gama, no qual, a linha mais escura representa o que o professor planejou ensinar, ou seja, as pretensões didáticas e a linha clara representam as ações dos aprendizes mediante as provocações da Sequência Didática e das intervenções verbais do professor.

> Dificilmente algum aluno percorrerá o mesmo trajeto previsto pelo professor de modo exclusivamente espontâneo tendo como aporte apenas as provocações, por mais bem articuladas que sejam da SD disponibilizada. (CABRAL, 2017, p. 47).

Ao pensar e planejar uma Sequência Didática, o professor imagina o caminho que o aluno vai traçar, mas nem sempre vai ser isso que vai ocorrer, até porque temos que considerar alguns obstáculos que podem surgi pelo caminho, como, o fato de o aluno não entender a fala, as intervenções do professor e possui dificuldade de interpretação, e aliado a tudo isso, o fato desse aluno não estar motivado para executar a tarefa proposta a ele, no qual isso conta bastante.

> Em geral, essas intervenções orais tendem a ser mais intensas no início das atividades e posteriormente tendem a diminuir ao longo do processo. Isso ocorre porque à medida que os aprendizes vão compreendendo as

> articulações conceituais e algorítmicas se tornam mais independentes e, com isso, o professor que monitora o processo ameniza suas intervenções orais (CABRAL, 2017, p. 49).

De acordo com Cabral (2017) as setas ilustram as intervenções orais do professor, quando o docente percebe a aproximação ou o distanciamento do aluno em relação ao objeto matemático envolvido na aprendizagem, ou seja, as setas representa as pressões que o docente vai exercer ao olhar o envolvimento e desempenho do aluno em relação a aprendizagem do conhecimento matemático, sendo que, são essas intervenções orais que sustentam as tensões discursivas necessárias ao processo de ensino e aprendizagem.

De acordo Cabral (2017) as interações orais de manutenção objetiva associada ao posicionamento do aluno em relação ao conteúdo matemático que estar sendo ensinado cria as zonas de tensão discursiva, no qual, temos três zonas a considerar que são as zonas de tensão discursiva, alfa, beta e gama.

O autor explica como funciona cada momento da zona de tensão discursiva, em suas palavras temos:

> Denominei a primeira zona de tensão discursiva de ALFA. É a zona inicial onde as primeiras articulações argumentativas são propostas em direção aos objetos de aprendizagem [...]. A lógica desse momento é simples: quanto menor o domínio dos alunos diante dos objetos de conhecimento maior será a quantidade de intervenções dirigidas pelo professor. A segunda zona é a BETA. É a zona intermediaria e marcada por uma tensão discursiva menos intensa. Aqui o professor percebe que certas conquistas de aprendizagens fundamentais estão sendo consolidadas [...]. A zona discursiva GAMA é final com ênfase em avaliar o nível de segurança conceitual e algorítmica do aprendiz. É um momento em que o professor percebe que o domínio do objeto de conhecimento já se mostrou relativamente consolidado pela classe [...] (CABRAL, 2017, p. 50)

Essas zonas de tensão que ocorre na interação comunicativa verbal entre professor e aluno, que de alguma forma acabam testando a resistência do aprendiz em se manter concentrado e estimulado em aprender o conteúdo matemático proposto a ele, por um dispositivo bem ordenado de atividades, que acaba provocando o estudante a mobilizar seus conhecimentos prévios e com isso a interação com o professor é inevitável, causando assim as tensões discursivas entre professor-aluno.

Cabral (2017) explica que as zonas refletem os objetivos planejados pelo professor e o que realmente é aprendido pelos estudantes, sendo que o envolvimento do aluno nesse processo colaborativo de construção do conhecimento cria um ambiente fértil para as interações verbais em sala de aula.

De acordo com o autor, uma mesma Sequência Didática quando aplicada em classes diferentes podem ter Intervenções Orais de Manutenção Objetivas diferentes, pois alunos diferentes reagem de formas diferentes as provocações orientadas pelo professor e pela Sequência Didática, ou seja, intervenções orais que podem ocorrer em uma classe pode não se repetir em outra.

As interações entre professor-aprendiz a partir das provocações organizadas na Sequência didática, são intensas e frequentes de uma natureza caótica, explica Cabral (2017), sendo assim, foi desenvolvido uma Sequência Didática tomando por base o modelo estruturante criado por Cabral (2017) que são as Unidades Articuladas de Reconstrução Conceitual (UARC's).

E para investigar os processos de interações em sala de aula durante a aplicação da Sequência Didática, vou me apropriar de um instrumento de investigação que possa ajudar a indicar indícios de aprendizagem que é a Analise Microgenética, descrita no tópico a seguir.

1.4. ANÁLISE MICROGENÉTICA

Com a necessidade de se ter um instrumento para investigar as interações verbais durante a aplicação da Sequência Didática para o ensino do Conceito de Função Periódica, a Analise Microgenética é um instrumento adequado que podemos utilizar nessa pesquisa para identifica as transcrições genéticas e indica os indícios de aprendizagem.

A análise qualitativa de processos cognitivos e da aprendizagem exige o exame de transformações relativamente sutis e rápidas nas relações entre ações, discursivas e gestuais, e a estrutura de situações especificas. (MEIRA, 1994, p.59)

Meira (1994) explica que para formar um modelo de coleta e análise de dados que possibilite uma interpretação robusta e consistente dos mecanismos psicológicos subjacentes à atividade humana, para isso combina-se a videografia com a analise microgenética.

De acordo com Meira (1994), historicamente Jean Piaget pode ser considerado como um dos principais precursores do método genético na análise do desenvolvimento intelectual junto com Lev Vygotsky que argumentou por uma perspectiva do desenvolvimento de forma mais ampla da defendida por Piaget, ao incluir os domínios sócio-histórico e microgenético de análise.

Lev Semionovich Vygotsky nasceu na Bielorrússia, na cidade de Orsha, em 1986. Foi um dos percussores do que entendemos como a Microgenética que é uma teoria do desenvolvimento mental, a qual considera a cultura, a interação social e a dimensão histórica como parte desse processo e os fatores que influem nesse desenvolvimento.

Após o término da universidade e as primeiras participações como palestrante em congressos nacionais de psicologia, Vygotsky torna-se colaborador do Instituto de Psicologia em 1924 e é nesse contexto de elaboração de uma reconstrução da psicologia com a ajuda de um grupo de colaboradores, que Vygotsky cria sua teoria histórico-cultural dos fenômenos psicológicos, sendo seus escritos essenciais por tempo ignorados.

Para Vygotsky, o domínio microgenético de desenvolvimento cognitivo está relacionado à formação de processos psicológicos no curso de alguns minutos ou segundos. (MEIRA,1997, p.60). Para ele a abordagem microgenética deve associa-se à análise do macro-contexto sócio-cultural de desenvolvimento, para identificar o significado das ações e processos mentais humanos. (MEIRA, 1997, p 60)

A abordagem metodológica microgenética como "análise microgenética" é definida como:

> [...] uma forma de construção de dados que requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos, sendo o exame orientado para o funcionamento dos sujeitos focais, as relações intersubjetivas e as condições sociais da situação, resultando num relato minucioso dos acontecimentos. (GOÉS, 2000, p. 9).

De acordo com Cabral (2004) análise microgenética corresponde a um poderoso instrumento metodológico de investigação da construção de conhecimento quando se pensa no encontro de sujeitos em situações de ensino no ambiente escolar, pois, sendo a sala de aula, um palco das interações dialógicas que proporciona ao professor um ambiente de investigação pedagógica.

Corroborando com Cabral (2004) e Góes (2000) a análise Microgenética é um pujante dispositivo metodológico que pode ser utilizado em sala de aula junto com uma sequência de atividade orientadas para produzir informação, mais isso exige muita fineza aos detalhes e aos eventos que surgirão a partir da relação comunicativas dos alunos envolvidos, sob o olhar do professor pesquisador, no entanto, não é o ator principal, mas sim a interação comunicativa do aluno.

Nas interações comunicativas verbais, que surgem de um processo de ensino e aprendizagem, precisamos de um dispositivo de investigação que consiga identificar as transições genéticas e, que esse instrumento, possa indicar indícios de que ocorreu aprendizagem em algum momento do processo de ensino e aprendizagem.

> Uma análise dessa natureza demanda intencionalidade, planejamento, tempo, atenção aos pequenos detalhes que ocorrem na relação dialética de construção de conhecimento entre sujeitos e, sobretudo, uma metodologia adequada a tais exigências (CABRAL, 2004, p. 104)

A análise do diálogo que ocorre entre os alunos, o professor precisa ter muita atenção aos detalhes das falas desses sujeitos, para isso o educador precisar de planejamento e ter bem definido suas intenções de aprendizagem para esses alunos envolvidos na pesquisa. O modo que a Análise Microgenética lida, está fundamentado na adição de narrativas e explicações bem detalhadas dos fenômenos investigados.

Essa análise não é *micro* porque se refere à curta duração dos eventos, mas sim por ser orientada para minúcias indiciais –daí resulta a necessidade de recortes num tempo que tende a ser restrito. (GÓES 2000, p. 15)

De acordo com Góes (2000, p.10) a Analise Microgenética é frequentemente associada ao uso de videogravação, que envolve o domínio de estratégias para filmagem e uma trabalhosa atividade de transcrição.

De acordo com Meira (1994) o registro em vídeo de atividades humanas é uma ferramenta ímpar para a investigação microgenética de processos psicológicos complexos, por conseguir resgatar a densidade de ações comunicativas e gestuais.

Meira (1994) explica que uma das vantagens da abordagem videografica-microgenetica é que podemos construir uma compreensão bem mais aprofundada de alguns casos significativos, ao invés de conclusões supostamente amplas de casos cujo significado compreendemos de forma superficial.

Para organizar os dados videografados Meira (1994) descreve algumas estratégias que são adequadas para a investigação da atividade matemática, e o quadro 1 a seguir mostra os passos que devem guiar a organização dos dados para a análise.

Quadro 1:Guia para organizar os dados para analise

Item	**Estratégia**
1	Assistir por completo e sem interrupções tantos vídeos quanto possível, realizando anotações preliminares sobre eventos associados ao problema de pesquisa, esta tarefa

	permite uma familiarização com os dados e a elaboração de uma caracterização geral da atividade.
2	Produzir um "índice de eventos", que pode ser elaborado paralelamente à atividade descrita no item 1, este índice permitirá ao investigador um acesso mais rápido a segmentos específicos dos vídeos.
3	Através do índice, identificar os eventos relacionados ao problema de pesquisa, esta fase inicia o trabalho interpretativo mais rigoroso.
4	Transcrever literalmente os eventos selecionados, com o maior número possível de detalhes, a transcrição não deve substituir o vídeo, mas servirá como apoio à análise minuciosa do mesmo.
5	Assistir persistente e repetidamente estes segmentos (ou episódios), apoiado pela análise exaustiva das transcrições, a fim de gerar interpretações plausíveis dos microprocessos envolvidos na atividade, é importante lembrar que não há limites para quanto tempo o investigador deve deter-se em episódios específicos, pois o objetivo é construir uma caracterização densa sobre a atividade investigada.
6	Ao divulgar resultados, apresentar interpretações ilustradas por exemplo protótipos colhidos diretamente dos vídeos e transcrições, permitindo que o leitor possa compreender os argumentos e princípios teóricos sugeridos pelo investigador e/ou construir interpretações alternativas.

Fonte**:** Meira (1994, p.62)

A investigação das interações dialógicas dentro do ambiente de sala de aula, associado ao uso de videogravação, estratégias para filmagem e transcrição de falas interativas (registros em áudio), tem a intenção de compreender os passos das ações dos alunos envolvidos e explicar suas construções, soluções e transformações de seus conhecimentos.

> É, na verdade, uma forma de construção de dados que exige a atenção a detalhes e recorte de episódios interativos [...]. Trata-se efetivamente de um relato minucioso que demanda normalmente uso de videogravação, estratégias para filmagem e transcrição de falas interativas (CABRAL, 2004, p. 104).

Góes (2000) ressalta que o objetivo dessa análise é construir uma história do processo, composta por pequenos episódios interpretados numa perspectiva semiótica e numa remissão a condições mais amplas da cultura e da história.

> [...]é possível sugerir que a caracterização mais interessante da análise microgenética está numa forma de conhecer que é orientada para minúcias, detalhes e ocorrências residuais, como indícios, pistas, signos de aspectos relevantes de um processo em curso; que elege episódios típicos ou atípicos (não apenas situações prototípicas) que permitem interpretar o fenômeno de interesse. (GÓES 2000, p 21)

Vamos utilizar à Microgenética para enfatizar as discussões no ambiente escolar da sala de aula, focando na relação comunicativa entre professor-aluno e aluno-aluno, pois elas nos ajudarão a encontrar indícios de aprendizagem da nossa Sequência Didática e para essa analise vamos utilizar modelo de transcrição em *turnos, segmentos e episódios*.

Sendo que os *turnos* são os registros das falas dos sujeitos envolvidos como professor-aluno e aluno-aluno, e os *segmentos* são um conjunto de turnos que tem por objetivo delimita-se como recorte de análise dos indícios de mudança de significados do objeto de estudo, ou seja, as primeiras percepções, avanços e retrocessos, ciclos incompletos, e por fim os *episódios* que são um conjunto de segmentos, que tem por objetivo as conquistas consistentes do objeto de estudo.

Góes (2000) explica que os pesquisadores brasileiros têm efetuado investigações produtivas na abordagem histórico-cultural, a partir de recortes do material documentado em poucos ou vários episódios significativos para o propósito da pesquisa, e focando os aspectos intersubjetivos e dialógicos.

A autora ressalta em seu estudo que Meira (1994) recorreu a Wertsh (1985) e outros pesquisadores, para apontar as contribuições da Análise Microgenética para a psicologia cognitiva, e propondo a entendê-la como uma microanálise interpretativa para fins de estudos cognitivo-interacionais.

Góes (2000) esclarece que Meira (1994) comenta que em relação à pesquisa sobre a forma que estudantes elaboram representações matemáticas, nesse tipo de pesquisa deve ser valorizado os processos e conteúdos semânticos, para que possa de forma cuidadosa abranger a descrição da interação em episódios prototípicos e em termos das ações cognitivas, comunicativas e gestuais, para que os dados sejam interpretados de forma minuciosa em direção as apresentações narrativas e explicativa.

Góes (2000) explica que umas das vertentes da Análise Microgenética é a investigação de processos cognitivos construídos nas interações, e em seus estudos a autora cita Rojo (1997), que discuti a forma minuciosa de estudo dos processos interativos que são, a cognitivista, que durante os eventos interativos foca no plano intrapessoal; a interacionista, que tem como condição para a formação do funcionamento intrapessoal examinar as relações interpessoais e o jogo conversacional; e a discursiva ou enunciativa, que relaciona interação, discurso e conhecimento, sendo assim privilegiando o diálogo.

Essa última vertente merece um destaque ressalta Góes (2000), pelo seu caráter promissor, e sobretudo por propiciar um avanço no estabelecimento de relações do funcionamento de sujeitos com eventos interativos.

A perspectiva enunciativo-discursiva pode ser identificada pela busca de compor o estudo da microgênese com o conjunto de contribuições da análise do discurso e/ou da teoria da enunciação. (GOÉS, 2000, p.17)

A utilização da análise Microgenética, tem a finalidade de construir explicações admissíveis sobre o significado das atividades sobre o Conceito de Função Periódica realizados por meio de uma atividade ordenada, em um grupo de alunos do 2º ano do ensino médio da rede pública estadual do Pará, com essa abordagem, faremos um estudo detalhado nas mudanças que surgirão das comunicações entre os grupos de aluno e deste grupo com o professor pesquisador, levando em consideração as ações dos alunos no processo e também do pesquisador.

Durante o desenvolvimento das atividades ordenadas em grupo, ou seja, aplicação da Sequência Didática, vamos nos apoiar na Analise Microgenética para fazer uma análise dos episódios que surgirão a partir ralação interativa do professor com o aluno e do aluno com os seus colegas de sala de aula.

Será feito gravação de áudio e vídeo das interações comunicativas verbais dos aprendizes durante a realização das atividades da Sequência Didática, com a intenção de transcrevermos totalmente essas interações e fazer uma análise de como ocorreu a interação dos alunos com o professor pesquisador, e verificar se o aprendiz desenvolveu a capacidade de organizar ações para resolver os problemas que lhe serão propostos na Sequência Didática sobre o Conceito de Função Periódica.

Góes (2000) ressalta a importância de buscar compor o estudo da microgênese com o conjunto de contribuições da Análise do Discurso, sendo que na nossa pesquisa associamos a Análise Microgenética com as contribuições de Mortimer e Scott (2002) sobre a Análise do Discurso que descrevemos no tópico a seguir.

1.5. ANÁLISE DO DISCURSO

A comunicação é uma interação vital para o ser humano, é algo do dia a dia, em sala de aula existe também comunicação entre o professor e o aluno, e entre os próprios alunos.

Para analisar as interações e a produção de significados que surgem em sala de aula a partir do discurso do professor e do aluno, a estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2002) é o principal objetivo desse tópico para analisar as várias comunicações que ocorrem no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Mortimer e Scott (2002) o processo de aprendizagem não é para substituir as concepções que o indivíduo possui antes do processo de ensino por novos conceitos científicos no espaço comunicativo da sala de aula, onde há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, para que dessa forma, haja o crescimento mútuo e a negociação de novos significados, sendo que essas interações discursivas constituem o processo de construção de significados.

O aluno está cada vez mais próximo de informações, essa facilidade que hoje em dia existe para ter acesso à informação, torna o aluno mais comunicativo e esse aluno já traz algum conhecimento com ele.

Vivian (2006) em seus estudos cita Driver (1988), que para o autor o ensino deve ser iniciado pelo conhecimento que o aluno já possui.

> As ideias prévias dos alunos estão presentes em todas as situações de aprendizagem na sala de aula. Nas atividades práticas, as ideias prévias dos estudantes influenciam as suas observações, as inferências que constroem e inclusive o caminho em que estruturam um experimento (Driver, 1983). O que se aprende em situações de aprendizagem mais formais, em conferências, palestras e leitura de textos, também é influenciado pelas ideias que já possuem. Há uma clara evidência de que as ideias que os alunos usam para interpretar fenômenos podem diferir significativamente das que se ensinam e que estas diferenças podem implicar em suposições sobre o modo como ocorrem, podendo representar barreiras para a compreensão de certos domínios (DRIVER, 1988, pg 111).

O professor deve partir do conhecimento prévio do aluno, sendo que na aplicação de determinada atividade ordenada e bem planejada, ou seja, aplicação de uma Sequência Didática, o conhecimento que o aluno já traz com ele vai influenciar esse estudante em qual caminho irá toma e fará suposições para resolver determinada atividade da sequência.

Como o aluno já traz um conhecimento consigo, quando este aluno for desenvolver as atividades que serão propostas a ele, o aluno, para tentar validar o pensamento que estar utilizando para resolver determinada atividade, de alguma forma vai interagir com os colegas de sala e com o professor.

Segundo estudos feitos por Cabral (2004), quando analisamos as relações entre sujeitos, é importante levar em consideração o poder de comunicação entre esses sujeitos. Na sala de aula, a linguagem é a principal ferramenta na mediação nos processos interativos.

> O que nos impressiona são as diferentes formas pelas quais os professores interagem com seus estudantes ao falar sobre os conteúdos científicos: em algumas salas, as palavras estão por toda a parte. Os professores fazem perguntas que levam os estudantes a pensar e os estudantes são capazes

> de articular suas ideias em palavras, apresentando pontos de vista diferentes. Em algumas ocasiões o professor lidera as discussões com toda a classe. Em outras, os estudantes trabalham em pequenos grupos e o professor desloca-se continuamente entre os grupos, ajudando os estudantes a progredirem nas tarefas. Em outras salas de aula, o professor faz uma série de questões e as respostas dos estudantes, na maioria das vezes, limitam-se a palavras aqui e acolá, preenchendo as lacunas no discurso do professor. Muitas vezes o professor é extremamente hábil nesse estilo de exposição, mas há muito pouco espaço para os estudantes fazerem e falarem algo, e muitos nunca abrem a boca. (MORTIMER & SCOTT 2002, pg 284)

Na sala de aula a interação comunicativa é intensa, quando o professor expõe o conteúdo matemático, fazendo perguntas aos estudantes, liderando discussões, e até mesmo resolvendo questões propostas, o estudante começa a ter pensamentos e ideias apresentando ponto de vista sobre o conteúdo ensinado em sala e com isso gerando uma intensa comunicação entre professor-aluno e aluno-aluno.

Vivian (2006), menciona que o espaço interativo da sala de aula é um lugar onde pelo menos duas linguagens sociais diferentes se revelam, a cientifica e a de senso comum, e originam novos significados através da enunciação de argumentos e /ou opiniões.

Corroborando com as ideias de Cabral (2004) e Vivian (2006), estudante com uma perfeita comunicação pode interagir e agir no ambiente escolar, porém de alguma forma, se o aluno possui dificuldades no ato de se comunicar, isso pode interferir em sua interação com o professor.

A interação do professor com o aprendiz deve ocorrer para extrair o máximo de ideias possíveis desse aluno e usar a favor da aprendizagem desse estudante, tanto no momento da explicação do conteúdo como na hora que este aluno estar resolvendo as atividades.

A interação com os estudantes cria novas ideias e novos pensamentos sobre determinado assunto, muitas pesquisas enfatizam as interações comunicativas verbais que ocorrem no ambiente de sala de aula, com o intuito de ampliar os conceitos que são significativos aos alunos. Porém, a aprendizagem do aluno é vista como uma reconstrução de concepções que já estão vinculados ao seu dia a dia.

Cabral (2004) cita que os autores Mortimer e Scott (2002) revelam categorias, ferramentas para analisar e compreender as interações ocorridas em sala de aula no processo de análise do discurso. É uma estrutura analítica com base em cinco aspectos inter-relacionados que tem como foco o papel do professor, que são organizados em termos de focos de ensino (intenções do professor e conteúdo), abordagem (comunicativa) e ação (padrão de interação e intervenções do professor).

O quadro 2 a seguir sintetiza as intenções do professor com foco no ensino que precisam ser comtemplados em uma sequência de ensino.

Quadro 2 :Intenção do professor

Intenção do Professor	Foco
Criando um problema	Engajar os estudantes, intelectual e emocionalmente, no desenvolvimento inicial da ‘estória científica’.
Explorando a visão dos estudantes	Elicitar e explorar as visões e entendimentos dos estudantes sobre ideias e fenômenos específicos
Introduzindo e desenvolvendo a ‘estória científica	Disponibilizar as ideias científicas (incluindo temas conceituais, epistemológicos, tecnológicos e ambientais) no plano social da sala de aula.
Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização	Dar oportunidades aos estudantes de falar e pensar com as novas ideias científicas, em pequenos grupos e por meio de atividades com toda a classe. Ao mesmo tempo, dar suporte aos estudantes para produzirem significados individuais, internalizando essas ideias.
Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso.	Dar suporte aos estudantes para aplicar as ideias científicas ensinadas a uma variedade de contextos e transferir aos estudantes controle e responsabilidade (Wood et al., 1976) pelo uso dessas ideias.
Mantendo a narrativa: sustentando o desenvolvimento da ‘estória científica’	Prover comentários sobre o desenrolar da ‘estória científica’, de modo a ajudar os estudantes a seguir seu desenvolvimento e a entender suas relações com o currículo de ciências como um todo.

Fonte: Mortimer & Scott (2002, p. 286).

O quadro 2 mostra de forma sucinta as reflexões sobre a intencionalidade do professor e o objeto de conhecimento em sala de aula, mostrando assim como o professor pode conduzir e ser um guia na construção de conhecimento no ambiente escolar.

Para Mortimer e Scott (2002) a interação entre professor e aluno é relacionada a uma grande variedade de conteúdo incluindo, como por exemplo, a ‘estória cientifica’, a disciplina e manejo da classe, e aspectos procedimentais e organizacionais, sendo que cada um desses aspectos é importante para o trabalho do professor.

Os autores estruturam a análise do conteúdo em sala de aula em três categorias fundamentais da linguagem social, que são a descrição, explicação e generalização.

Eles explicam que a Descrição envolve enunciados que se referem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de seus constituintes ou dos deslocamentos espaços-temporais desses constituintes, já a Explicação envolve importar algum modelo teórico ou mecanismo para se referir a um fenômeno ou sistema específico, e por último a Generalização envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto especifico. (MORTIMER & SCOTT 2002, p. 287)

Mortimer e Scott (2002) consideram a abordagem comunicativa como um conceito central pelo fato de que tal conceito fornece uma perspectiva de como o professor trabalha as intenções e o conteúdo de ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas que resultam em diferentes padrões de interação.

Das discussões estabelecidas por Cabral (2004) e Vivian (2006), observamos a existência de quatro classes de abordagem comunicativa, que no qual possui duas dimensões, a primeira dimensão, denominadas de discurso dialógico ou de autoridade e a segunda dimensão, são os discursos interativos e não interativos.

O que torna o discurso funcionalmente dialógico é o fato de que ele expressa mais de um ponto de vista, mais de uma voz é ouvida e considerada, e não que ele seja produzido por um grupo de pessoas ou por um indivíduo solitário.

Já o discurso de autoridade está relacionado à segunda dimensão da abordagem comunicativa, que distingue entre o discurso interativo, aquele que ocorre com a participação de mais de uma pessoa, e o discurso não-interativo, que ocorre com a participação de uma única pessoa.

A comunicativa dialógica, o professor considera o que o aluno tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante, nesse caso, mais de uma voz é considerada e há uma internalização de ideias, já na comunicativa de autoridade, o professor considera o que o aluno tem a dizer apenas do ponto de vista do discurso científico escolar que está sendo construído.

Assim, a abordagem comunicativa do tipo Interativa/dialógica, permite que o professor e alunos, explorem ideias, formulem perguntas e considerem diferentes pontos de vistas. Já a abordagem comunicativa Não-Interativa/dialógica, permite ao professor considerar, na sua fala, diversos pontos de vistas enfatizando semelhanças e diferenças, e, além disso, a abordagem comunicativa Interativa/de autoridade possibilita ao professor conduzir os alunos por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico, e, por último, a abordagem comunicativa Não-interativa/de autoridade permite que o professor apresente um ponto de vista específico (CABRAL, 2004).

O quadro 3 a seguir deixa bem claro e fácil de entender como funciona as quatro classes de abordagens comunicativas.

Quadro 3: Quatro Classes de Abordagem Comunicativa

Abordagem Comunicativa	Interativo	Não interativo
Dialógico	professor e estudantes exploram ideias, formularam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista.	professor reconsidera, na sua fala, vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças
De Autoridade	professor geralmente conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico	professor apresenta um ponto de vista específico.

Fonte: Mortimer & Scott (2002, p. 288).

Mortimer e Scott (2002) afirmam que essas quatro classes são igualmente aplicáveis para caracterizar a interação que ocorre em pequenos grupos de estudantes, e com isso relacionar o papel do professor ao conduzir o discurso em sala de aula.

A importância da alternância dos dois tipos de discurso em sala de aula, no qual favorece um ambiente escolar dinâmico e assim refletir no desenvolvimento do pensamento logico para articular conhecimento no plano instrumental, no debate e na exploração de ideias para potencializar a argumentação dos alunos.

De acordo com Cabral (2004) um discurso é interativo, quando ocorre a participação de mais de uma pessoa, já o discurso não interativo é desenvolvido por apenas uma pessoa. As quatro abordagens para a análise permitem identificar padrões de interação que surgem a medida em que professor e alunos alternam turnos de fala na sala de aula.

Segundo Cabral (2004) o padrão interativo que surgi das abordagens verbais as mais recorrentes são as tríades I-R-A (Iniciação do professor, Resposta do aluno e Avaliação do professor) e em algumas interações o professor apenas sustenta a elaboração da fala do aluno, por meio de intervenções curtas que muitas vezes repetem parte do que o aluno acabou de enunciar, ou indicam um feedback para que o estudante elabore um pouco melhor a sua fala.

De Acordo com Cabral (2004) essas interações produzem cadeias de turnos não triádicas do tipo (I-R-P-R-P... ou I-R-F-R-F....) em que P significa uma ação discursiva de permitir o prosseguimento da fala do aluno e F um feedback para que o aluno elabore um pouco mais sua fala.

Mortimer e Scott (2002) entendem que a pratica de ensinar desenvolve-se por meio de padrões de interação e intervenção do professor, gerando debates em que as respostas e refutações constroem conhecimento.

O quinto aspecto da estrutura analítica é a Intervenção do professor, no qual são seis formas de intervenção pedagógica, que são bem explicados no quadro 4 a seguir.

Quadro 4: Intervenções do Professor

Intervenção do professor	Foco	Ação- o professor:
1.Dando forma aos significados	Explorar as ideias dos estudantes.	Introduz um termo novo; parafrasear uma resposta do estudante; mostra a diferença entre dois significados.
2.Selecionando significados		Considera a resposta do estudante na sua fala; ignora a resposta de um estudante
3.Marcando significados chaves	Trabalhar os significados no desenvolvimento da estória científica.	Repete um enunciado; pede aos estudantes que repita um enunciado; estabelece uma sequência I-R-A com um estudante para confirmar uma ideia; usa um tom de voz particular para realçar certas partes do enunciado
4.Compartilhando significados	Tornar os significados disponíveis para todos os estudantes da classe	Repete a ideia de um estudante para toda a classe; pede a um estudante que repita um enunciado para a classe; compartilha resultados dos diferentes grupos com toda a classe; pede aos estudantes que organizem suas ideias ou dados de experimentos para relatarem para toda a classe.
5.Checando o entendimento dos estudantes	Verificar que significados os estudantes estão atribuindo em situações específicas	Pede a um estudante que explique melhor sua ideia; solicita aos estudantes que escreva suas explicações; verifica se há consenso classe sobre determinados significados.
6.Revendo o progresso da estória científica	Recapitular e antecipar significados	sintetiza os resultados de um experimento particular; recapitula as atividades de uma aula anterior; revê o progresso no desenvolvimento da estória científica até então

Fonte: Mortimer & Scott (2002, p. 289)

Para Cabral (2004) investigar essas interações tem justificativas no modelo Histórico-cultural que na medida que possibilita o acompanhamento da forma mais completa possível, ou seja, sem deixar passar nenhum detalhe, da transcrição genética. A identificação do padrão interativos criados, principalmente, pela mediação do professor permitindo assim evidenciar o processo de internalização.

Elaboramos uma Sequência Didática fundamentada na estrutura de Cabral (2017) para ensinar o Conceito de Função Periódica, constituindo uma ferramenta discursiva-dialógica que gera interação comunicativa entre professor-aluno e aluno-aluno, sendo feito a análise dessas interações com base na abordagem comunicativa proposta por Mortimer e Scott (2002).

A utilização desses referenciais contribuirá para a análise dos processos interativos que surgiram com a aplicação da Sequência Didática, a Análise do Discurso combinado com a Analise Microgenética terá grande valia pra identificarmos em que pontos houve ou não indícios de aprendizagem do Conceito de Função Periódica , gerando subsídios para responder a questão de pesquisa: *Que potencialidades apresenta uma Sequência Didática elaborada com base nas Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual (UARC's) para o ensino-aprendizagem do conceito de funções periódicas?*

Para fundamentar e ter um apoio Matemático para responder à questão de pesquisa, o capitulo a seguir trata de como a Matemática aborda o Conceito de Função Periódica, e as pesquisas feitas sobre o tema na literatura.

2. ESTUDO DAS FUNÇÕES PERÍODICAS

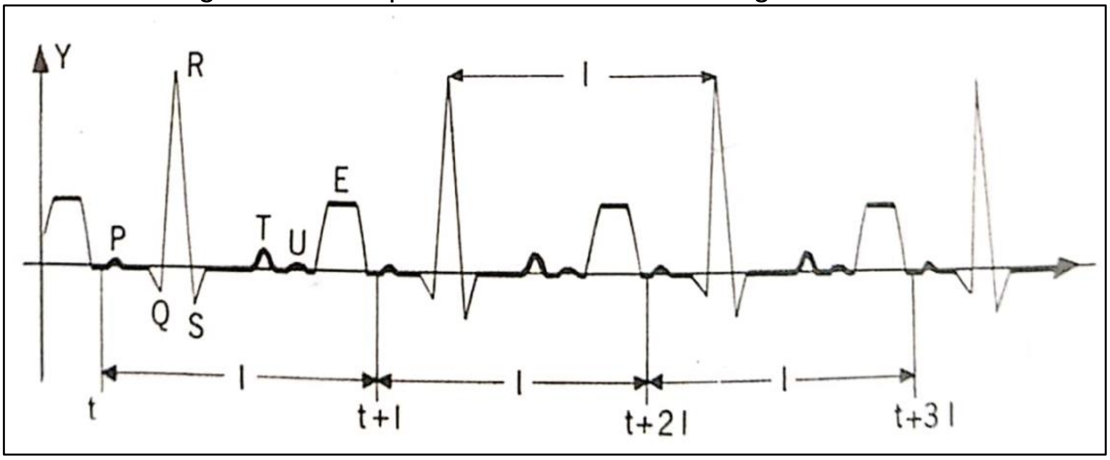
Nesse Capítulo apresento o conteúdo matemático relacionado com a Função Periódica, destacando definições, propriedades e demonstrações, para isso temos como apoio o trabalho do grupo de pesquisa de Lisboa, Aubyn et al (2004), o livro de Batschelet (1978) e de Lima (2006).

Para se ter uma boa compreensão do tema, importante entender os fenômenos periódicos, que são bastante comuns no dia a dia. De acordo com Batschelet (1978) a Matemática possui ferramentas que são requeridas para estudar alguns fenômenos, como por exemplo, os ritmos biológicos, e os mais conhecidos são as variações estacionais, menstruação, ciclos diários, respiração e batimentos cardíacos.

É típico dos ritmos que haja repetição do mesmo, ou quase o mesmo padrão de ciclo para ciclo, fenômenos deste tipo são também chamados periódicos. (BATSCHELET 1978, pg 101).

O eletrocardiograma real, explica Batschelet (1978), apesar de não ser exatamente periódico, mais mostra um comportamento bem próximo dos fenômenos periódicos, a figura 4 mostra esse comportamento idealizado do eletrocardiograma, sendo que a curva se repete em intervalos de tempo consecutivos e de igual comprimento.

Figura 4: O Esquema de um Eletrocardiograma



Fonte: Batschelet (1978, pg 101)

O intervalo constante é chamado de período, sendo representado por l, a ideia de periodicidade traduz-se matematicamente pela constância dos valores para determinados intervalos (tempo), e na Matemática a palavra “período” ela é exclusivamente utilizada no sentido de um intervalo requerido para completar um ciclo. (BATSCHELET 1978, pg 101).

De acordo com Batschelet (1978, pg 101), a figura 3 que representa um eletrocardiograma com vários ciclos, e a curva pode ser interpretada como gráfico da função $y = f(t)$, com o tempo t como variável independente e a voltagem y plotada perpendicularmente ao eixo do tempo, sendo que essa Função Periódica é definida a seguir. Sendo que nos subcapítulos 2.1 e 2.1.1, utilizei o Artigo do grupo de pesquisa de Lisboa, Aubyn et al (2004, pg 53-55) para obter base teórica para desenvolver o texto a seguir

2.1. DEFINIÇÃO GERAL

Uma função $f : R \rightarrow R$ é **periódica,** se existe um real não nulo α tal que $f(x + \alpha) = f(x)$ para todo $x \in R$. O menor número positivo α que satisfaz a relação à cima é denominado **período fundamental** da função f.

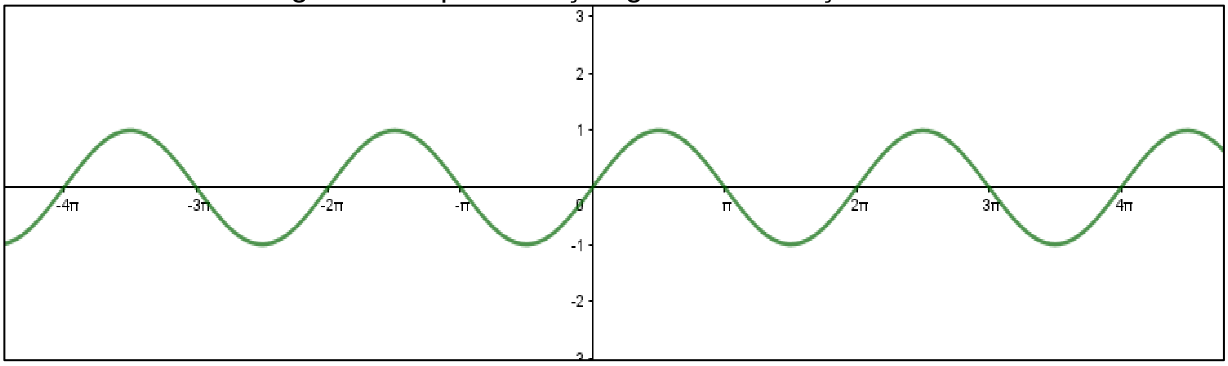
Voltando para a figura 4 que representa o esquema de um Eletrocardiograma, pode ser bem definida como uma Função Periódica da seguinte forma: seja t qualquer valor para o qual a função $y = f(t)$ é determinada, isto é, t pertence ao domínio da função. Seja l um número positivo constante. Suponhamos que $t + l$, $t + 2l$, $t + 3l$........ também pertençam ao domínio. Os valores de y nesses pontos do eixo t são dados por $f(t)$, $f(t + l)$, $f(t + 2l)$ etc. Então a função $y = f(t)$ é chamada de Função Periódica com período l se $f(t) = f(t + l) = f(t + 2l) = \cdots$., for valido para todos os valores possíveis de t.

2.1.1. Função Periódica- Trigonométrica e Não-Trigonométrica

Para aprofundar sobre a definição de Função Periódica, exemplifico dois casos – um trigonométrico e outro não-trigonométrico. No primeiro caso: seja $f : R \rightarrow R$ definiremos f por $f(x) = senx$. Isso significa dizer que para valor de x pertencente ao domínio (D) da função f, temos um valor correspondente $f(x)$ pertencente à imagem (Im) de f.

Nesse caso, Df (leia-se domínio de f) é o conjunto dos reais (R) e a Imf (leia-se imagem de f) pertence ao intervalo $[-1,1]$. Assim, a figura 5 é a representação gráfica da Função Seno.

Figura 5: Representação gráfica da função seno



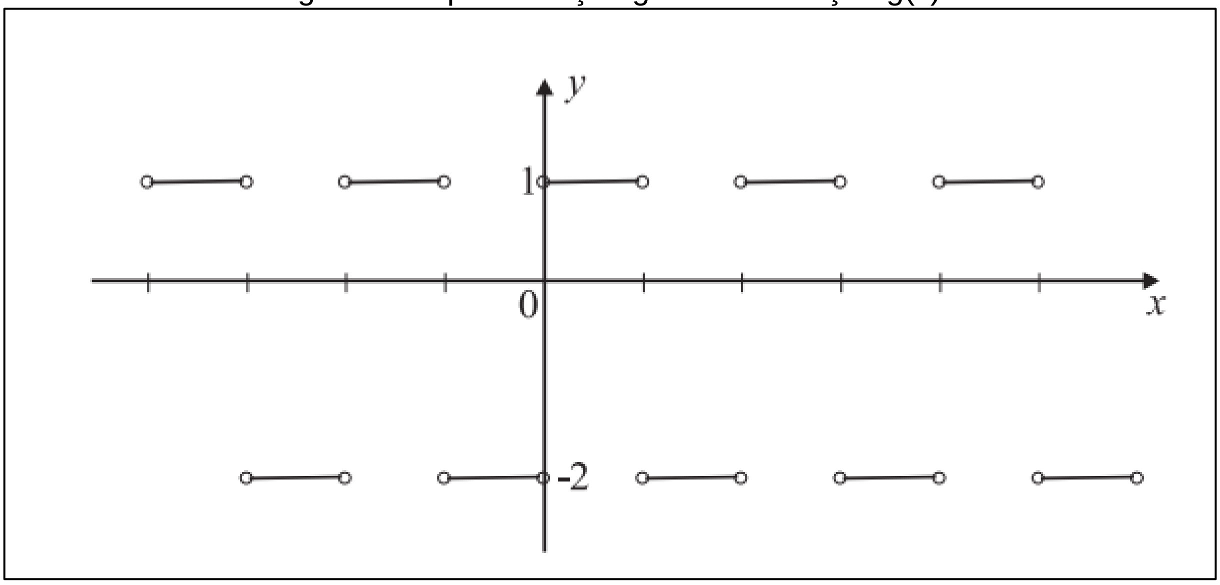
Fonte: Autor (2022)

No segundo caso, temos uma função na qual os números inteiros não pertencem ao seu domínio. Isto é, seja $g : R \setminus Z \rightarrow R$, definiremos g por

$$g(x) = \begin{cases} 1 \; se \; \exists \mathrm{p} \in \mathrm{Z} \text{ tal que } \mathrm{x} \in]2\mathrm{p}; 2\mathrm{p}+1[\\ -2 \; se \; \exists \mathrm{p} \in \mathrm{Z} \text{ tal que } \mathrm{x} \in]2\mathrm{p}+1{,}2\mathrm{p}+2[\end{cases}$$

Observe que a Img oscila entre 1 e -2 a depender de x. Se o menor valor inteiro de x é par, então $Img = 1$. Da mesma forma, se o menor valor inteiro de x é ímpar, então $Img = -2$. Assim, as representações algébricas e gráfica de g são dadas a seguir.

Figura 6: Representação gráfica da função g(x)



Fonte: Aubyn et al. (2004, pg 55).

Do ponto de vista intuitivo e de forma muito pouco rigorosa, diríamos que o gráfico $f(x)$ se repete de 2π em 2π, e o gráfico $g(x)$ se repete de 2 unidades em 2 unidades.

Observe que em ambos os casos, as funções f e g têm um comportamento repetitivo. Isto é, a cada subintervalo específico do domínio (D) das funções, suas Im apresentam os mesmos valores.

No primeiro caso, para cada valor de $x \in Df$, um intervalo absoluto de 2π é necessário para que f tenha a mesma imagem. Matematicamente, temos $\forall x \in Df$ $f(x) = f(x + 2\pi) = f(x - 2\pi)$

No segundo caso, para cada valor $x \in Dg$, um intervalo absoluto de 2 é necessário para que g tenha a mesma imagem. Matematicamente, temos $\forall x \in Dg$ $g(x) = g(x + 2) = g(x - 2)$.

Em ambos os casos, tomando $\alpha = 2\pi$ e $\beta = 2$, temos que α e β são, respectivamente, os períodos de f e g. Assim, ambas as seguintes condições devem ser satisfeitas

$$(\forall x \in Df \Rightarrow x + \alpha \in Df) \quad \wedge \quad (\forall x \in Df \Rightarrow x - \alpha \in Df) \qquad (1)$$

$$(\forall x \in Dg \Rightarrow x + \beta \in Dg) \quad \wedge \quad (\forall x \in Dg \Rightarrow x - \beta \in Dg) \qquad (2)$$

Satisfazendo (1) e (2) é equivalente dizer que

$$\forall x \in Df \qquad f(x) = f(x + \alpha) \qquad (3)$$

$$\forall x \in Df \qquad f(x) = f(x - \alpha) \qquad (4)$$

Ainda,

$$\forall x \in Dg \qquad f(x) = f(x + \beta) \qquad (5)$$

$$\forall x \in Dg \qquad f(x) = f(x - \beta) \qquad (6)$$

As proposições (3) e (5) nos dizem que f e g são periódicas com período α e β, respectivamente. De forma análoga, de acordo com (4) e (6), f e g são periódicas com período $-\alpha$ e $-\beta$, respectivamente. Portanto, $|\alpha|$ e $|\beta|$ são, respectivamente, os períodos de f e g. Essa análise nos permite associar o período de uma função sempre a um valor positivo.

Por fim, faço uma última análise. Observe que ambas as funções f e g se repetem após um determinado período, assim como todos os múltiplos desse período. Isto é, de forma geral, $\forall n \in N$, portanto $\forall x \in Df \Rightarrow x + \alpha \in Df \Rightarrow x + 2\alpha \in Df$ ... $\Rightarrow x + n\alpha \in Df$, sendo assim temos que $f(x) = f(x + \alpha) = f(x + 2\alpha) = \cdots = f(x +$

$n\alpha)$.Ainda,$\forall x \in Dg \Rightarrow x + \beta \in Dg \Rightarrow x + 2\beta \in Dg$ ... $\Rightarrow x + n\beta \in Dg$,portanto temos que $f(x) = f(x + \beta) = f(x + 2\beta) = \cdots = f(x + n\beta)$

Logo, seja $f : R \rightarrow R$, f é dita periódica com período $\alpha > 0$ se, e somente se, $\forall n \in N$., portanto $\forall x \in R \quad f(x) = f(x + \alpha) = f(x + n\alpha)$.

De antemão temos bem fundamentada a definição de Função Periódica e é importante também para termos um aporte teórico bem aprofundado conhecendo as propriedades por traz dessas Funções.

2.2. PROPRIEDADES

Apresento algumas propriedades envolvendo o período das Funções Periódicas, para que obter um conhecimento teórico aprofundado do objeto matemático estudado, e com isso mantenho como base teórica o texto desenvolvido por Aubyn et al (2004)

2.2.1. Uma função periódica não possui um único período.

De acordo com Aubyn et al (2004), seja $f : R \rightarrow R$ periódica com período $\alpha > 0$. Então, por definição, temos que $\forall x \in R$, $f(x) = f(x + \alpha)$. Como $x \in R$, então $(x + \alpha) \in R$. Logo, $\forall x \in R$, sendo assim temos $f(x) = f(x + \alpha) = f\big((x + \alpha) + \alpha\big) = f(x + 2\alpha)$.

Como $(x + \alpha) \in R$, então $(x + 2\alpha) \in R$. Logo, $\forall x \in R$ podemos obter $f(x) = f(x + 2\alpha) = f\big((x + 2\alpha) + \alpha\big) = f(x + 3\alpha)$.

Portanto, por indução matemática, $\forall n \in N$, $(x + n\alpha) \in R$, o que nos permite concluir que $\forall x \in R$,$f(x) = f(x + n\alpha)$.

Perceba que, por essa definição, uma função periódica não apresenta um único período, mas um conjunto de períodos dos quais existe um período (α), seguido de seus múltiplos ($n\alpha$). Assim, definiremos o menor desses elementos (α) como sendo o *período principal*, que é *único*.

2.2.2. Toda função periódica tem período $\boldsymbol{\alpha \neq 0}$.

Para Aubyn et al (2004) seja $f : R \rightarrow R$ periódica com período $\alpha = 0$. Então, por definição, $\forall n \in N$, temos $\forall x \in R$, $f(x) = f(x + n\alpha)$, com isso podemos fazer uma substituição na função $f(x)$ no qual o $\alpha = 0$., logo temos $f(x) = f(x + n\alpha) = f(x + nO) = f(x + O) = f(x)$

O que significa dizer que, quando $\alpha = 0$, toda função de variável real seria dita periódica. Nesse sentido, o estudo de funções periódicas seria irrelevante. Portanto, toda função periódica tem período $\alpha \neq 0$.

2.2.3. Toda função constante é uma função periódica $\forall \boldsymbol{\alpha} > 0$ arbitrário.

Aubyn et al (2004) explica que a função constante intuitivamente ela é mais repetitiva do que qualquer outra função, mais mantendo o rigor matemático. Seja $f : R \rightarrow R$, uma função constante, e $c \in R$. Então, temos que $\forall x \in R$ segue que $f(x) = c$.

Agora, $\forall \alpha > 0$, temos que $\forall x \in R$, logo podemos obter $f(x) = c = f(x + \alpha) = f(x + n\alpha)$. Portanto, a função f é periódica $\forall \alpha > 0$ arbitrário, com período α.

Podemos também verificar que seja $f : R \rightarrow R$ uma função periódica com período arbitrário $\alpha > 0$. Por definição, temos que $\forall x \in R$ $f(x) = f(x + n\alpha) \Rightarrow f(0) = f(0 + n\alpha) = f(n\alpha)$

Por outro lado, se f tem período arbitrário $\alpha < 0$, então $\forall x \in R$,então obtemos $f(x) = f(x + (-n\alpha)) \Rightarrow f(0) = f(0 + (-n\alpha)) = f(-n\alpha) = f(n\alpha)$. Ainda, se $\alpha = 0$, então $\forall x \in R$ temos $f(x) = f(x + n\alpha) \Rightarrow f(0) = f(n\alpha)$.Portanto, a função f é constante e igual a $f(0)$.

2.2.4. Se $\boldsymbol{\alpha}$ e β são períodos de $\boldsymbol{f}$, então $|\boldsymbol{\alpha} - \boldsymbol{\beta}|$ também é um período de $\boldsymbol{f}$

De acordo com Aubyn et al (2004) a função $f : R \rightarrow R$ é uma função periódica com períodos α e β e $0 < \beta < \alpha$. Por definição, temos $\forall x \in R$, $f(x) = f(x + \alpha)$, logo temos por (4) e (6), com isso obtemos $f(x) = f(x + \alpha) = f\big((x + \alpha) - \beta\big) = f(x + (\alpha - \beta))$.

Por outro lado, se $0 < \alpha < \beta$, então $\forall x \in R$, $f(x) = f(x + \beta)$, ainda por (4) e (6)) ,sendo assim podemos obter, $f(x) = f(x + \beta) = f\big((x + \beta) - \alpha\big) = f(x + (\beta - \alpha))$

Portanto, $|\alpha - \beta|$ também é um período de f.

2.3. ALGUNS CASOS DE FUNÇÃO PERIÓDICA

Neste subcapitulo, apresento alguns casos de funções periódicas trigonométricas e não trigonométricas, focando e aprofundando na definição de Função Periódica e no período dessas funções.

2.3.1. A Função de Euler

De acordo com Lima(2006) a função de Euler é uma função que gera as funções seno e cosseno, sendo que é uma forma natural de definir as funções trigonométricas, tomando como ponto de partida a função de Euler $E : R \rightarrow C$, sendo que o C denotamos com sendo a circunferência unitária com origem no plano cartesiano R^2 ,com isso podemos obter $C = \{(x, y) \in R^2; x^2 + y^2 = 1$.

Com isso Lima(2006) explica que para todo $(x, y) \in C$, tem-se um intervalo fechado em $-1 \leq x \leq 1$ e $-1 \leq y \leq 1$, sendo assim temos se $E(t) = (x, y)$ no qual podemos adotar $x = \cos(t)$ e $y = \operatorname{sen}(t)$, sendo respectivamente a abscissa e a ordenada do ponto $E(t)$ na circunferência unitária C ,que com isso temos $E(t) = (\cos(t), sen(t))$.

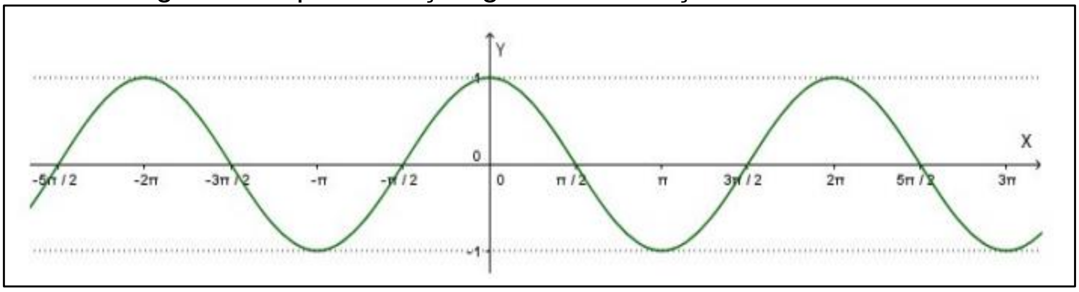
O autor deixa bem claro que a circunferência unitária C tem comprimento igual a 2π, sendo assim quando o ponto t descreve um intervalo de comprimento de 2π , sua imagem $E(t)$ dá uma volta completa sobre a circunferência unitária, retornando ao ponto de partida, descrevendo assim um padrão de repetição periódico, que podemos descrever da seguinte forma, para todo $k \in Z$ temos que $E(t + 2k\pi) = E(t)$ para todo $t \in R$.

Como a função de Euler é uma função periódica com período 2π ,e conforme Lima(2006) a função de Euler pode ser escrita forma $E(t) = E(t + 2\pi) = E(t - 2\pi)$, diante disso as funções seno e cosseno também são periódicas na forma $sen(t) = sen(t + 2k\pi)$ e $\cos(t) = \cos(t + 2k\pi)$, e que a partir delas podemos também obter as funções periódicas tangente, cotangente, secante e cossecante.

2.3.2 A Função Cosseno

Para Aubyn et al(2004) a função cosseno é definida da seguinte maneira, seja $g : R \rightarrow R$ denomina-se g de função cosseno para tal temos $g(x) = cosx$, no qual para cada número real x associa-se a um número $y = cosx$, isso significa dizer que para valor de x pertencente ao domínio (D) da função g, temos um valor correspondente $g(x)$ pertencente à imagem (Im) de g. Nesse caso, Dg (leia-se domínio de g) é o conjunto dos reais (R) e a Img (leia-se imagem de g) pertence ao intervalo $[-1,1]$,e que possui a seguinte representação gráfica.

Figura 7:Representação gráfica da função cosseno



Fonte: Autor (2022)

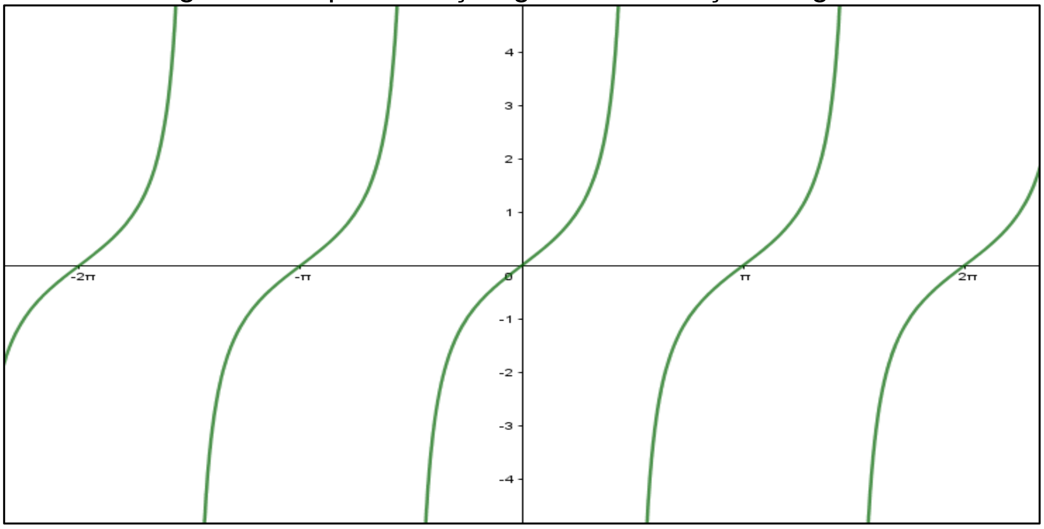
Pelo gráfico da função cosseno pode-se observar que se trata de função periódica, e seu período é 2π. Observe que a função $g(x)$ têm um comportamento repetitivo. Isto é, a cada subintervalo específico do domínio (D) da função cosseno, suas Im apresentam os mesmos valores.

Na função cosseno, para cada valor de $x \in Dg$, um intervalo absoluto de 2π é necessário para que g tenha a mesma imagem. Matematicamente, temos $\forall x \in Dg$ $g(x) = g(x + 2\pi) = g(x - 2\pi)$, sendo assim podemos escrever para todo $k \in Z$ $cos(x) = cos(x + 2k\pi)$

2.3.3. A Função Tangente

Aubyn et al (2004) explica que a função tangente é uma função racional das funções seno e cossenos, tal que seja $t : Dt \rightarrow R \quad Dt = \{x \in R \; tal \; que \; x \neq \frac{\pi}{2} + k\pi\}$ com $k \in Z$. Denominaremos t de função tangente, que possui as seguintes representações gráfica.

Figura 8: Representação gráfica da função tangente



Fonte: Autor (2022).

Daqui, sabe-se que 2π é o *período principal* das funções seno e cosseno. Com efeito, $\forall x \in Dt$ a Função Tangente $t(x) = \frac{senx}{cosx}$, obtemos $\forall x \in Dt$ o seguinte $t(x + 2\pi) = \frac{sen(x+2\pi)}{\cos(x+2\pi)} = \frac{senx}{cosx} = t(x)$.

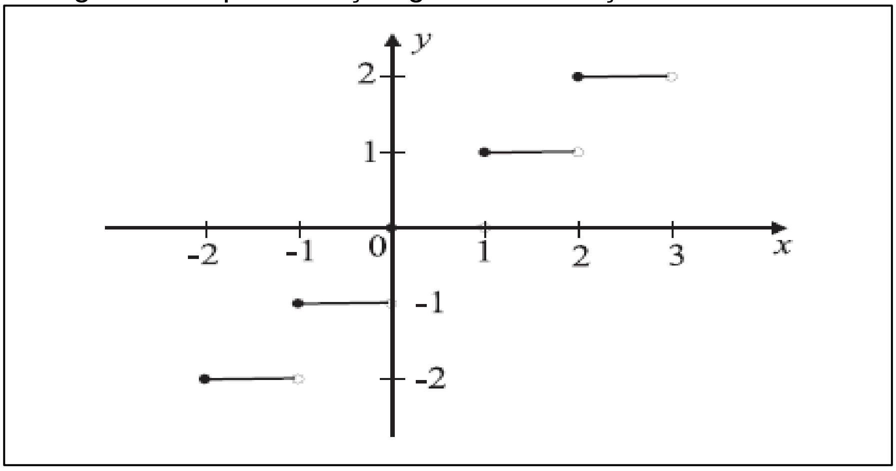
Logo, $t(x)$ é periódica e 2π é um de seus períodos. Mas será se 2π o *período principal* da Função Tangente $t(x)$.? Assim, analisaremos se π também é um período de $t(x)$. O gráfico sugere que a função $t(x)$, que é periódica, tenha um período igual a π, logo analiticamente tem-se que $x \in D$ o que implica $x + \pi \in D$ e $\forall x \in Dt$, temo que $t(x + \pi) = \frac{sen(x+\pi)}{\cos(x+\pi)} = \frac{-senx}{-cosx} = \frac{senx}{cosx} = t(x)$.

Portanto, como π também é um período de t e ainda é o menor elemento do conjunto de períodos, então π é o *período principal* de t.

2.3.4. A Função Característica.

A Função Característica é uma função periódica não trigonométrica que Aubyn et al (2004) explica que, seja $C : R \rightarrow R$ uma função na qual sua imagem $C(x)$, para cada $x \in R$, é o maior inteiro menor que x. Denominaremos C de Função Característica, que possui as seguintes representações gráfica.

Figura 9: Representação gráfica da função característica



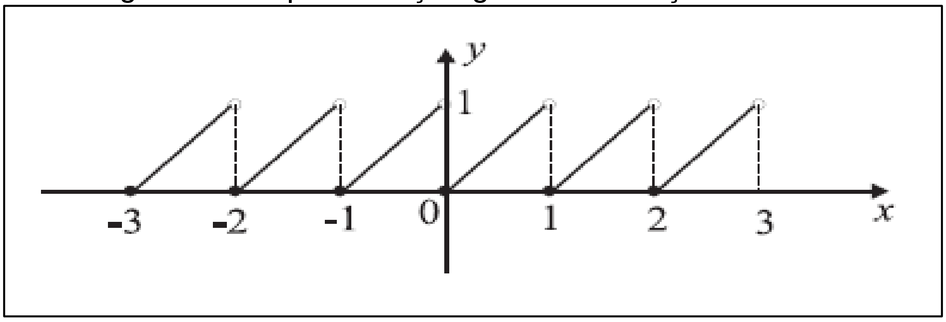
Fonte: Aubyn et al. (2004).

Do gráfico nota-se que C satisfaz a seguinte propriedade, que $\forall x \in R$ $C(x) = \{p \in Z \text{ tal que } p \leq x\}$, portanto da análise do gráfico conclui-se a definição da função característica é, $\forall x \in R$, $C(x+1) = 1 + C(x)$, no qual o período da função é 1.

2.3.5. A Função Mantissa.

Agora Aubyn et al (2004) mostra que a função $¥: R \to R$ uma função na qual sua imagem $0 \leq ¥(x) < 1$, a depender de x e $C(x)$. Denominando ¥ de *Função Mantissa*, que possui as seguintes representações gráfica.

Figura 10: Representação gráfica da função Mantissa



Fonte: Aubyn et al. (2004).

Aubyn et al (2004) descreve a Função Mantissa da seguinte maneira, $\forall x \in R$, $¥(x) = x - C(x)$,observe que, para cada 1 unidade inteira é adicionada a cada x real de $¥(x)$, temos que $¥(x+1) = x + 1 - C(x+1) \Rightarrow ¥(x+1) = x + 1 - \big(1 + C(x)\big) = x - C(x) \Rightarrow ¥(x+1) = ¥(x)$.Portanto, a Função Mantissa é definida $¥(x+1) = ¥(x)$, no qual a função ¥ é uma função periódica com período igual a 1.

2.3.6. A Função de Dirichlet[2]

Uma outra função periódica não trigonométrica é destacada por Aubyn et al (2004), com isso, seja $D : R \to R$, definimos a função de Dirichlet da seguinte forma

$$\forall x \in R \qquad D(x) = \begin{cases} 0 & se \quad x \in Q \\ 1 & se\ x \in R\backslash Q \end{cases}$$

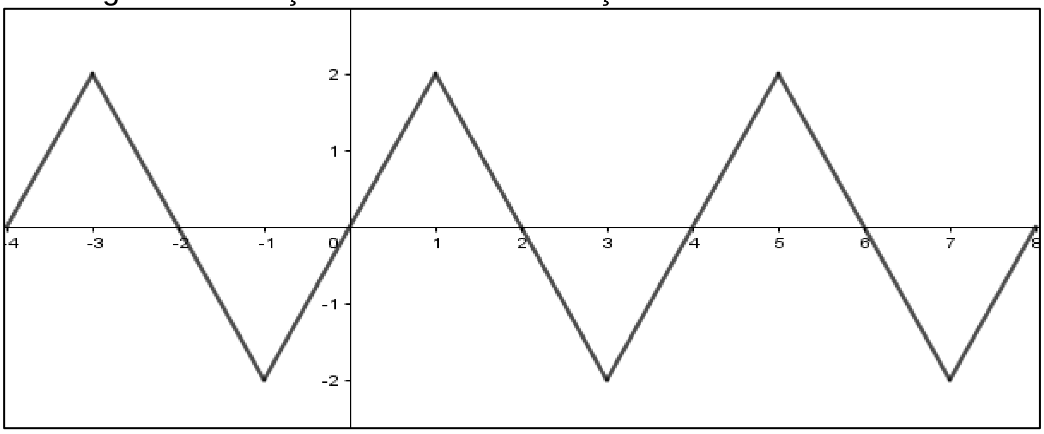
Tomando r racional positivo $(r \in Q^{+})$, sendo Q^{+} racionais positivos e sabendo que Q é fechado na adição, temos $x \in Q \Leftrightarrow x + r \in Q$. De forma análoga, temos que $x \in R\backslash Q \Leftrightarrow x + r \in R\backslash Q$. Logo, $\forall x \in R$, $D(x) = D(x + r)$.

Portanto, $D(x)$ é uma Função Periódica com período igual a r , sendo r um racional positivo ,ou seja, o conjunto $r \in Q^{+}$.

2.3.7. Função com taxa de variação instantânea constante.

Uma função descrita por Aubyn et al (2004) é a função Taxa de Variação Instantânea Constante, seja $f : R \to R$ que é uma função com $Imf = [-2{,}2]$ e sua taxa de variação instantânea entre seus máximos e mínimos seja constante. A representação gráfica de f é dada a seguir.

Figura 11: Função com taxa de variação instantânea constante



Fonte: Aubyn et al. (2004).

Observe que a representação algébrica de f é desconhecida. No entanto, isso não nos impede de determinar o período de f. Por definição, sabemos que, $\forall x \in R$, se $f(x) = f(x + \alpha) = f(x + n\alpha)$, então f é periódica e α é o seu período $\forall n \in N$.

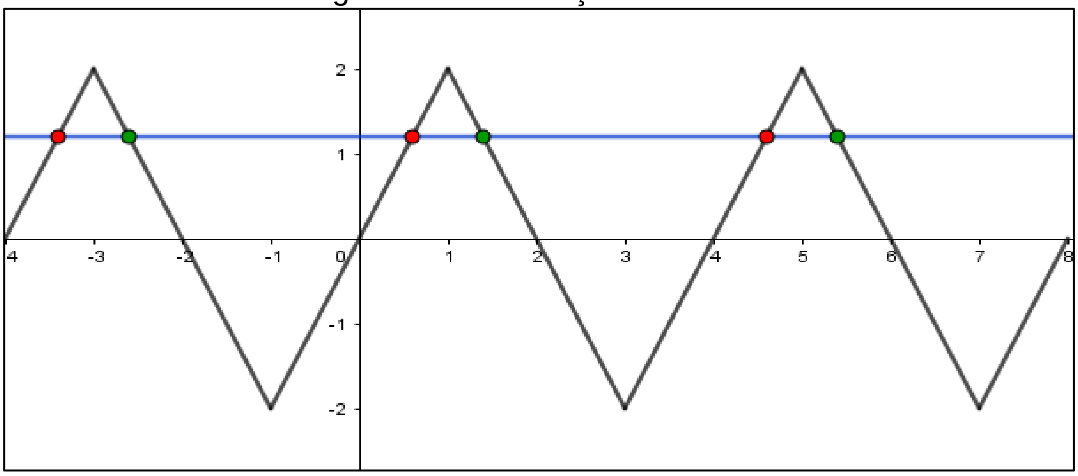
[2]. Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet (Düren, 13 de fevereiro de 1805 — Göttingen, 5 de maio de 1859) foi um matemático alemão.

Agora, tome $x = -4$, temos que $f(-4) = 0$,e de forma análoga, $f(-2) = f(-4+2) = 0$ com isso temos que $f(0) = f(-4+4) = f(-4+2x2) = 0$, e assim concluímos que $f(2) = f(-4+6) = f(-4+3x2) = 0$.

Generalizando, temos que $f(p) = f(-4+nx2) = 0$,sendo assim temos que $p = 2(n-2)$ $\forall n \in N$,isso nos levaria a inferir que $\alpha = 2$ é um período de f.

No entanto, tomando $x =]-4, -2[$, podemos observar que $f(x)$ não admite o mesmo valor para cada intervalo de duas unidades ($\alpha = 2$) de seu domínio – basta traçar uma reta paralela (t) ao eixo OX e notar os pontos de intersecção de t com f. Logo, $\alpha = 2$ não é um período de f.

Figura 12: Intersecção de t com f



Fonte: Aubyn et al. (2004).

Agora, tomando $x = [-4, -2]$, podemos observar que f admite os mesmos valores a cada intervalo mínimo e constante de 4 unidades de seu domínio – note os pontos vermelhos e verdes de intersecção entre t e f na figura 10.

A análise é análoga para o intervalo $x =]-2{,}0[$. Logo, de forma geral, $\forall x \in R$, temos $f(x) = f(x+\alpha) = f(x+n\alpha)$, com $\alpha = 4$ $\forall n \in N$, satisfazendo a definição de periodicidade. Portanto, conclui-se que f é periódica com período principal $\alpha = 4$.

Esse exemplo permite refletir que nem sempre teremos a nossa disposição a representação algébrica de uma função para que uma análise analítica seja feita, além disso, em muitos casos, não há ferramentas matemáticas para fazermos análise analíticas.

Assim, é importante lembrar que, muitas vezes, uma interpretação gráfica é um recurso importante para o objeto matemático que nos propomos a analisar, e com esse aporte teórico do conteúdo matemático sobre Função Periódica obtemos base matemática para construção da Sequência didática desta pesquisa.

Com o intuito de obter o conhecimento de forma abrangente sobre o tema dessa pesquisa e tendo em mãos o conteúdo matemático, com isso obtenho um norte para buscar pesquisas relacionadas com o processo de ensino- aprendizagem sobre Função Periódica na literatura brasileira que é descrita no capitulo a seguir.

3. SOBRE O ENSINO DE FUNÇÃO PERIÓDICA

Com a necessidade de conhecer de forma aprofundada o ensino do Conceito de Função Periódica e suas representações Matemáticas, para que assim facilite o entendimento de alguns fenômenos ditos periódicos, foi feito uma revisão de estudo para entender esse objeto de conhecimento e assim perceber as dificuldades e desafios sobre o ensino e aprendizagem de Função Periódica.

Foi realizada a análise de 10 dissertações que foram separadas em duas categorias: trabalhos diagnostico e trabalhos experimentais; e assim foi feito o estudo de forma detalha das dissertações. Além disso, também foi realizado o estudo dos documentos oficiais, os quais apresento suas considerações a seguir.

3.1. OS DOCUMENTOS OFICIAIS

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) indicam que deve ser assegurado ao estudante a compreensão de aplicações em Matemática de alguns fenômenos, por exemplo, os fenômenos físicos.

> Especialmente para o indivíduo que não prosseguirá seus estudos nas carreiras ditas exatas, o que deve ser assegurado são as aplicações da Trigonometria na resolução de problemas que envolvem medições, em especial o cálculo de distâncias inacessíveis, e na construção de modelos que correspondem a fenômenos periódicos. Nesse sentido, um projeto envolvendo também a Física pode ser uma grande oportunidade de aprendizagem significativa (BRASIL, 1998, p. 44)

Na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio em relação ao tema de Função Periódica, elenca como uma das habilidades (EM13MAT306) a ser desenvolvida no aluno, e que este deve ser apto a

> resolver e elaborar problemas em contextos que envolvem fenômenos periódicos reais (ondas sonoras, fases da lua, movimentos cíclicos, entre outros) e comparar suas representações com as funções seno e cosseno, no plano cartesiano, com ou sem apoio de aplicativos de álgebra e geometria.”. (BRASIL, 2018, p.536).

Além disso, ressaltamos que o uso de tecnologias possibilita aos alunos diversas experiências que facilitam a aprendizagem e desenvolvem a capacidade de raciocinar logicamente, formular e testar conjecturas, avaliar a validade de raciocínios e construir argumentações (BRASIL, 2018).

Os documentos oficiais relacionados a educação básica, mostram a importância de relacionar o conteúdo matemático com situações e fenômenos do dia a dia, e apontam a importância da interdisciplinaridade com a Física.

A BNCC (2018) destaca a importância para o uso de tecnologia para facilitar o aprendizado do aluno, tratando de fenômenos periódicos tal documento orienta a comparação com as Funções trigonométricas Seno e Cosseno, mediante o uso ou não de aplicativos de geometria e álgebra.

3.2. REVISÃO DE ESTUDOS ACERCA DO ENSINO DE FUNÇÕES PERIÓDICAS

Conforme supracitado ainda perdura o ensino tradicional da Matemática, mesmo com suas contribuições, esse método possuí limitações, como qualquer outro. No entanto a literatura mostra as limitações dessa abordagem para proporcionar ao aluno o conhecimento da Matemática, para além da memorização e reprodução, isto é, atribuindo significações.

Em especifico às funções periódicas, o tema em questão deve ser estudado no 2° ano do ensino médio, geralmente a definição de função periódica é pulado e o professor vai direto para as funções trigonométricas, ao buscar por trabalhos acadêmicos envolvendo o estudo de função periódica, não foi encontrado pesquisas cujo, enfoque se desse acerca das funções periódicas, sendo assim buscamos por trabalhos sobre as funções trigonométricas.

No intuito de organizar e sistematizar alguns estudos sobre o tema, adotamos: Estudos Diagnósticos, que analisam e identificam algumas dificuldades dos alunos, durante o processo de ensino e aprendizagem; Estudos Experimentais, soa estudos voltadas ao ensino de determinado assunto, e Estudos Teóricos, que apresentam aspectos conceituais sobre o objeto matemático estudado.

Quadro 5: Trabalhos selecionados à revisão de estudo

Natureza do Trabalho	Autor (Ano)	Tema	Instituição
Dissertação (ESTUDO EXPERIMENTAL)	Costa (1997)	Função seno e cosseno: Uma sequência de Ensino a partir dos Contextos do “Mundo Experimental” e do Computador.	PUC/SP
Dissertação (ESTUDO EXPERIMENTAL)	Duarte Filho (2017)	Uma abordagem do ensino de funções trigonométricas por meio de atividades interdisciplinares	UENF

Dissertação (ESTUDO EXPERIMENTAL)	Domingos Neto (2010)	Ferramentas auxiliares no ensino e Aprendizagem das Funções seno, cosseno e tangente na educação básica	UFV
Dissertação (ESTUDO EXPERIMENTAL)	Salazar (2015)	GeoGebra e o estudo das funções trigonométricas no Ensino Médio.	UFJF
Dissertação (ESTUDO EXPERIMENTAL)	Batista (2015)	Uma proposta metodológica para o ensino das funções trigonométricas	UFSCAR
Dissertação (ESTUDO EXPERIMENTAL)	Pereira (2013)	A utilização de Applets no GeoGebra para a aprendizagem da trigonometria no ensino médio	UFAL
Dissertação (ESTUDO EXPERIMENTAL)	Silva (2011)	Trigonometria, Modelagem e Tecnologias: um estudo sobre uma sequência didática	PUC/MG
Dissertação (ESTUDO DIAGNOSTICO)	Ribeiro (2011)	Possibilidade e dificuldades no desenvolvimento de situação de aprendizagem envolvendo Funções Trigonométrica.	PUC/SP
Dissertação (ESTUDO EXPERIMENTAL)	Pastana (2017)	A utilização do software Modellus para o ensino de funções trigonométricas por meio do movimento harmônico simples	UNIVATES
Dissertação (ESTUDO EXPERIMENTAL)	Fernandes (2010)	Estratégias pedagógicas com uso de tecnologia para o ensino de trigonometria na circunferência	PUC/SP

Fonte: Pesquisa Bibliográfica (2020).

Com o objetivo de construir uma visão geral de dissertações que facilite a compreensão de Funções Periódicas, promovendo o norteamento de novas pesquisas sobre o tema. A análise das obras procurou destacar: objetivo, metodologia adotada, questão norteadora da pesquisa e as conclusões/sugestões do autor.

A pesquisa de Costa (1997) teve como objetivo construir uma sequência didática que pudesse introduzir as funções seno e cosseno e desse ponto de partida investigar a influência de dois diferentes contextos, o computador e “mundo experimental” na aprendizagem da trigonometria.

De acordo com a autora a sequência didática possibilitou múltiplas representações das funções como, algébrico, gráfico e numérico, sendo que a intenção da autora era que os alunos traçassem gráficos utilizando papel e lápis, além de construí-los no computador. Costa (1997) afirma ter tido uma preocupação em trabalhar o campo conceitual da função, nesse sentido as funções seno e cosseno foram trabalhadas de diversas formas, tanto de forma experimenta e no computador.

A autora identificou que os grupos da aplicação tiveram dificuldades em estabelecer conexão entre fenômenos periódicos e a função trigonométrica. Os alunos no pré-teste e no pós-teste demonstraram dificuldades e até mesmo deixaram em branco as questões envolvendo domínio, imagem e Período de função seno e cosseno.

A autora escolheu a função seno e cosseno como sendo o assunto alvo e partiu da hipótese que é possível introduzir a função seno e cosseno de maneira significativa. Em seu trabalho foi desenvolvida uma sequência didática, trabalhando com dois grupos distintos, para o primeiro grupo iniciou a atividade no computador e depois por manipulação experimental, e com o outro grupo fez o processo inverso da atividade.

De acordo com a autora em toda a aplicação da sequência teve em mente o princípio básico do construtivismo proposto por Piaget, que é do aluno ser o protagonista da construção do conhecimento.

Costa (1997) aplicou três testes, o primeiro foi um pré-teste com 10 questões, o segundo um teste intermediário aplicado no meio do experimento com 5 questões, e por último um pós-teste com 10 questões, na pesquisa a autora utilizou 32 alunos distribuídos em 3 grupos, e estes estudantes oriundos da rede particular de ensino.

A questão de pesquisa foi identificar qual a ordem de introdução, por contexto, que se apresenta mais eficaz para a aprendizagem, a autora aplicou três testes escritos, um antes de iniciar a sequência, um ao termino das atividades de um dos contextos e um no final dos estudos. Na sua pesquisa a autora concluiu que a ordem de introdução do conteúdo abordado interferiu na aprendizagem.

Em paralelo com nossa pesquisa ressaltamos por meio das observações de Costa (1997) o cuidado na elaboração de questão inicial ou situação inicial (CABRAL, 2017), uma vez que, esta primeira abordagem guiará o desenvolvimento das demais atividades e na própria construção das intervenções posteriores.

Já a pesquisa de Duarte Filho (2017) teve como objetivo apresentar uma proposta pedagógica de ensino das funções trigonométricas através de atividades interdisciplinares de investigação e modelagem as quais envolvam temas transversais.

O autor utilizou uma proposta de atividade interdisciplinar para o ensino de função trigonométrica, como esse trabalho foi apenas uma proposta de atividade, aqui não identificamos as dificuldades dos alunos.

Usando como suporte educacional o software educacional GeoGebra, as plataformas do Google Maps e Imagens. O autor escolheu o tema pelo fato de haver a necessidade de demonstrar os meios onde ocorre a aplicação deste conteúdo, que por muitas vezes é tido como muito abstrato e de difícil aplicação. O público alvo é terceira série do Ensino Médio do Estado do Espírito Santo, a qual possui em sua grade curricular o conteúdo de funções trigonométricas.

Duarte Filho (2017) se apropriou dos conceitos de interdisciplinaridade, de investigação em sala de aula e do uso de tecnologias no ensino de matemática e elaborou três atividades interdisciplinares utilizando os recursos que tinha na escola.

No presente trabalho foi proposto atividades diversificadas com intuito de despertar a curiosidade e a criatividade dos alunos. Nas atividades propõem-se a formação de grupo incentivando a troca de ideias e suplência de dificuldades individuais que impedem os estudantes de avançarem determinados conteúdos, além de incentivar a troca de experiências ao final de cada atividade.

O autor conclui que ao apresentar essa proposta de atividade, que pode ser executada em sala ou em um laboratório de informática possa com isso melhorar a qualidade da aula e assim através da interdisciplinaridade aprofundar ainda mais o conteúdo.

Neste sentido, percebemos as contribuições de, no processo de ensino e aprendizagem de funções periódicas a relação com outros campos do conhecimento e consequentemente a contextualização do objeto de estudo, se possível, vinculado à realidade do aluno. A Utilização de fenômenos reais para apresentação das funções periódicas se mostra benéfica para tal.

Domingos Neto (2010) teve como objetivo tornar o ensino de trigonometria de forma mais significativa através da manipulação de ferramentas básicas. Teve como foco utilizar uma proposta de Sequência Didática com situações-problemas de matemática para alunos do primeiro ano do Ensino Médio da rede pública estadual.

O autor utilizou uma proposta de Sequência didática organizada em três seções: trigonometria no triangulo retângulo, círculo trigonométrico e função trigonométrica, o autor não aplicou a sequência didática, com isso não identificamos as dificuldades dos alunos.

Essa proposta foi organizada em três seções e em cada seção em composta por resumo do conteúdo seguido das atividades, que são divididas em atividade de sala e atividade complementar, sendo que na terceira seção o autor traz o conceito de função circular e representação gráficas das funções seno, cosseno e tangente.

O autor procurou responder algumas perguntas como: O que será que acontece com as aulas de Matemática onde grande parte dos alunos tem muita dificuldade neste conteúdo ?, Será que não acontece nada de interessante que possa motivar e despertar o interesse destes alunos de forma que contribua com o ensino de trigonometria?

Com o intuito de responder esses questionamentos o autor procurou investigar a eficácia da utilização das ferramentas calculadora científica, teodolito, prancha trigonométrica e o software GeoGebra no ensino e aprendizagem das funções seno, cosseno e tangente na educação básica.

Este trabalho valeu-se da resolução de situações problemas que visavam o cálculo de medidas inacessíveis, tratou-se ainda da plotagem e análise dos gráficos das funções seno, cosseno e tangente no sistema de coordenadas cartesianas.

Analisou o quanto é relevante o uso destas ferramentas nas aulas de trigonometria e em especial no ensino e aprendizagem das funções seno, cosseno e tangente. Este estudo indica que o uso destas ferramentas pode resultar em avanços significativos no ensino e aprendizagem das funções seno, cosseno e tangente na educação básica.

O autor procurou adotar uma metodologia que pudesse estimular a criatividade e o interesse dos alunos envolvidos, abordando situações problemas desafiadoras e intrigantes do cotidiano deles.

Neste trabalho o autor explica que atividades utilizando as ferramentas calculadora científica, teodolito, prancha trigonométrica e o software GeoGebra também poderá contribuir para o desenvolvimento de habilidades matemáticas nos alunos, tais como as descritas por Cabral (2017), estimulando a criatividade e incentivando a construção de modos críticos de pensar e utilizando as ferramentas propostas no ensino e aprendizagem das funções seno, cosseno e tangente na educação básica, considera-se que esta prática proporcionará melhor compreensão dos conteúdos propostos.

Domingos Neto (2010) conclui que o uso dessas ferramentas no ensino de função seno, cosseno e tangente, terá boa receptividade por parte dos alunos, sendo que a visualização e experimentação feita pelos alunos com o uso dessas ferramentas tem um importante papel para a compreensão de conhecimentos ligados ao domínio, imagem e período das funções trigonométricas seno, cosseno e tangente.

Salazar (2015) teve como objetivo investigar as potencialidades do software GeoGebra como instrumento tecnológico favorável à aprendizagem das funções trigonométricas no Ensino Médio, a partir das representações gráficas destas funções.

A autora utilizou uma Sequência Didática com nível de exigências crescentes das questões, com a aplicação da atividade identificou dificuldades dos alunos relacionados com o período da função trigonométrica, sendo que alguns alunos associaram o período com conceito estudados na física como “distância entre duas cristas” e “ distância entre dois vales”.

De acordo com Salazar (2015) para superar essa dificuldade referente ao período, a autora solicitou aos alunos associar o período à repetição do traçado do gráfico da função seno e a uma volta na circunferência.

Trata-se uma pesquisa caracterizada por uma abordagem qualitativa em que foi usada uma sequência didática de atividades, com tarefas em um nível de exigência crescente. Cada etapa de execução desta pesquisa está respaldada pelos pressupostos teóricos da Engenharia Didática, metodologia adotada em pesquisas que envolvem uma parte experimental. O autor fundamentou seus argumentos a partir das análises dos dados e estão fundamentados na Teoria Antropológica do Didático.

Os alunos foram orientados a utilizar o Geogebra para responder as questões relacionadas com as funções seno e cosseno, tais questões são relacionadas com gráfico, imagem, domínio, amplitude e período dessas funções trigonométricas, para que com esse conhecimento o estudante possa aplicar em questões contextualizadas.

A primeira atividade foi apenas para configurar o Geogebra para o estudo das funções trigonométricas, já a segunda atividade foi relacionada com a função seno composta por 5 tarefas, que exploravam imagem, domínio e período da função seno. A terceira e quarta atividade foram semelhantes a primeira atividade explorando domino, imagem e período das funções seno e cosseno.

Fazendo a análise dessas atividades conseguimos adquirir o entendimento de outros fenômenos periódicos, nos auxiliando para a construção da Uarc de primeira geração, e com a segunda atividade da sequência didática de Salazar (2015) entendemos a importância do conhecimento de domínio e imagem das funções, e assim tivemos um direcionamento das questões para o teste diagnostico e para a oficina de conhecimentos prévios.

Salazar (2015) elaborou recursos educacionais utilizando GeoGebra para o ensino de trigonometria, que serão aplicados a um grupo de alunos do Ensino Médio.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, de natureza qualitativa, o autor optou pela metodologia da Engenharia Didática, considerando suas concepções originais e sua aplicação no ensino. Esta investigação ocorreu em uma escola privada da cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, com alunos da 3ª Série do Ensino Médio, onde a pesquisadora atua como professor.

O autor conclui que estudar as funções trigonométricas com o apoio de um software como o GeoGebra, que é possível dar uma pequena contribuição para motivar os alunos, tanto para resgatar a autoestima daqueles demonstram dificuldades, quanto para incentivar outras descobertas aos que têm uma maior afinidade com a Matemática.

Batista (2015) optou por pesquisar e desenvolver uma proposta de ensino das Funções Trigonométricas a fim de promover uma aprendizagem com qualidade para os alunos, levando-os à compreensão dos conteúdos referentes ao tema e proporcionando o desenvolvimento do raciocínio e da autonomia durante a realização das tarefas propostas.

Batista (2015) aplicou tarefas exploratórias-investigativas, em sua análise identificou que os alunos pesquisados tiveram dificuldades na construção de gráfico cartesiano, interpretação de gráfico e na compreensão das relações entre as variáveis da função.

Na atividade relacionada com as funções trigonométricas a autora identificou que os alunos apresentaram dificuldades na atividade relacionada com a roda-gigante em encontrar o intervalo de tempo, no gráfico, em que a roda gigante completa o ciclo, e apresentaram dificuldades relacionadas com a imagem e período das funções trigonométricas, e de também em diferenciar período de amplitude por não terem familiaridade com esses termos. De acordo com a autora essas dificuldades foram recorrentes em todas as atividades.

A autora teve como objetivo principal o ensino das funções trigonométricas seno e cosseno, partindo do pressuposto de que na segunda série do Ensino Médio os alunos já adquiriram os conhecimentos referentes à trigonometria no triângulo retângulo.

A proposta é organizar o ensino das funções trigonométricas, de forma a potencializar boas situações de aprendizagens aos alunos, que favoreçam a transição das razões trigonométricas no triângulo retângulo para a circunferência trigonométrica, com o uso de materiais manipulativos e do ambiente informatizado que serve de elemento motivador e facilita a construção das representações gráficas.

Procurando alternativas que visam contribuir para que os alunos percebam a necessidade e a aplicabilidade prática das Funções Trigonométricas, motivou a escolha do tema de pesquisa, procurou conhecer como as Funções Trigonométricas, em particular as funções seno e cosseno são abordadas nos documentos curriculares que norteiam a educação básica para desenvolver um trabalho de exploração e investigação em matemática

A pesquisa de Batista (2015) apresenta como foco principal o ensino das funções trigonométricas seno e cosseno, partindo do pressuposto que os alunos pesquisados já possuíam conhecimento de trigonometria no triangulo retângulo. A autora tem como proposta organizar o ensino das funções trigonométricas para potencializar boas situações de aprendizagem aos alunos, com o uso de materiais manipuláveis e ambiente informativos.

A autora analisou os livros didáticos sobre o ensino de trigonométrica, os livros didáticos analisados foram do programa nacional do livro didático de 2015, sendo que os seis livros analisados pela autora, em uma de suas analises Batista (2015) observou que os livros não traziam experimentos para a introdução do conceito de função periódica, e com isso percebemos a importância de nossa sequência didática para o ensino do conceito de função periódica.

Batista (2015) em seu trabalha tem como questão norteadora da investigação: *Que intervenções poderão ser realizadas de modo a promover a aprendizagem das*

Funções Trigonométricas Seno e Cosseno no contexto de tarefas exploratório-investigativas em aulas de matemática?

O trabalho de campo foi desenvolvido no primeiro semestre de 2014, tendo como sujeitos de pesquisa alunos da segunda série B do Ensino Médio da Escola Estadual Coronel Pedro Dias de Campos, situada no município de Capela do Alto, Estado de São Paulo.

Para responder a esta questão, o autor fez uma análise sobre quais competências e habilidades foram geradas no aprendizado dos alunos, aplicando assim seis tarefas exploratório-investigativas, comparando com o que é proposto nos livros didáticos e nos documentos curriculares.

Em relação as tarefas exploratórias-investigativas, antes de iniciar cada tarefa a autora apresenta o conteúdo e temas envolvidos, sendo que na primeira tarefa é feita uma revisão de raio, diâmetro e comprimento de circunferência, já a segunda tarefa explora ciclo trigonométrico, na terceira tarefa desenvolve o conceito de radiano e arcos de circunferência.

A quarta tarefa apresenta três atividades de modelagem matemática para explorar o conceito de função periódica, a primeira atividade foi do movimento da roda gigante, já a segunda atividade propõe a construção de uma mini roda gigante de papelão para o desenvolvimento de gráficos em função do ângulo de giro e em função da distância percorrida para calcular a altura das cadeirinhas, e por fim na terceira atividade os aluno transformaram a roda gigante em um modelo de pistão, aproximando da função cosseno.

Essa quarta tarefa tem uma grande contribuição para nossa pesquisa, pois a partir dessas três atividades ampliamos nosso conhecimento de fenômeno periódicos para a construção das Uarcs de primeira e segunda geração.

A quinta tarefa exploratória-investigativa apresenta três atividades para usar o Geogebra para auxiliar na análise das funções trigonométricas, a primeira atividade denominada de “função polígono” teve por objetivo explorar o conceito de periodicidade para uma função periódica. Essa primeira atividade deu uma base para a construção da Uarc de segunda e terceira geração de nossa pesquisa. A segunda e terceira atividade da quinta tarefa o aluno usa o Geogebra para explorar propriedades e parâmetros da função seno e cosseno, e a sexta tarefa propõe construção de gráficos da função seno e cosseno usando apenas lápis e papel.

O autor conclui que as aulas de natureza exploratório-investigativas podem sim ser grandes aliadas no ensino das Funções Trigonométricas Seno e Cosseno, se subsidiadas pela modelagem matemática e com o uso dos recursos da tecnologia. A partir das investigações em sala de aula, os alunos tiveram a oportunidade de indagar, argumentar, discutir, descobrir significados, fazer estimativas, além de desenvolver competências como autonomia e cooperação.

Batista (2015) na aplicação de sua atividade que foi gravada e filmada, ela identificou que os alunos do 2° ano do Ensino Médio que foram pesquisados obtiveram dificuldades em conceitos de função, construção de gráfico cartesiano, reconhecimento de período de função periódica, sendo que a autora sugere a retomada de alguns conhecimentos envolvendo função. E em nossa pesquisa a sugestão de Batista (2015) tem bastante relevância, pois desenvolvemos o teste diagnostico e a oficina de consentimentos prévios em torno de conceitos importante de função.

Neste sentido, percebemos para construção de nossa proposta metodológica a importância de atividades que levem os alunos a realizar reflexões, atribuir significações e realizar interações não só com objeto de conhecimento, como também com os demais colegas.

Pereira (2015) teve como objetivo principal a criação, a execução e a análise de uma sequência didática de caráter interativo e dinâmico que propicie a aprendizagem dos conceitos fundamentais da trigonometria no ensino médio.

As atividades da sequência incluem oito Applets (mini aplicações) no software GeoGebra juntamente com oito atividades investigativas, a intervenção metodológica foi realizada com alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública.

O autor identificou algumas dificuldades dos alunos no decorrer da aplicação da sequência, que foram dificuldades em conceituar e aplicar conteúdos de matemática básica, como por exemplo, em extrair raiz quadrada, racionalização e divisão de fração.

Dificuldades como conjecturar o comprimento da circunferência, transformação de ângulos envolvendo grau e radiano, e domínio e imagem das funções seno e cosseno, foram dificuldades identificadas pelo autor na aplicação da sequência didática.

Os estudantes pesquisados de acordo com Pereira (2015) cometeram erros por não entenderem a atividade e por falta de atenção e concentração, pois esses alunos já haviam resolvido questões mais complexas.

Pereira (2015) baseou sua pesquisa em referenciais teórico-metodológicos: Engenharia Didática de Michèle Artigue, Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau e Teoria de Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval, os resultados, após a análise das atividades, apontam que os Applets são um recurso didático que tornam as aulas mais dinâmicas, motivando os estudantes e favorecendo a construção de conjecturas, de propriedades e de relações trigonométricas

O autor constatou durante a realização da sequência didática, com base na teoria das situações didáticas de Brousseau e da teoria das representações semióticas de Duval que é capaz de produzir efeitos relevantes no processo de ensino de Trigonometria.

Verificou que os Applets criados no GeoGebra, em geral, facilitam a compreensão de trigonometria, pois ao visualizar um objeto matemático movimentando na tela do computador e podendo manipular várias vezes o objeto em apenas uma aplicação, o estudante, nessa interação, faz perguntas, levanta conjecturas e testa hipóteses.

Pereira (2015) conclui em sua pesquisa que os enfoques didáticos mais tradicionais, como, por exemplo, a utilização de apenas lousa e giz em aulas expositivas dificulta a aprendizagem desse conteúdo matemático por parte dos estudantes da educação básica, constatando assim que o GeoGebra pode ser uma ferramenta de grande utilidade para atingir os objetivos desejados, haja vista que ele possibilita a visualização dinâmica dos objetos matemáticos e permite que, ativamente, o aluno analise, conjecture, generalize e assimile.

Silva (2011) em sua pesquisa investigou as contribuições de uma abordagem envolvendo modelagem e diferentes tecnologias no ensino de trigonometria, metodologia da pesquisa, inspirada na Engenharia Didática, compreendeu as etapas de: análises prévias, concepção e análise a priori, implementação, análise a posteriori e validação da sequência didática e como metodologia de ensino, optamos pela modelagem, considerando que, independentemente da concepção e definição de modelagem adotadas.

Criou uma sequência didática composta de 23 atividades, que constituem uma unidade de ensino de trigonometria, as atividades, com referência na realidade, foram propostas objetivando motivar os alunos, para que descobrissem propriedades trigonométricas, ressignificando modelos da trigonometria, a partir do uso de material concreto e de Applets construídos no GeoGebra.

O estudo de Silva (2011) envolveu 70 alunos de duas turmas da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública do interior do Estado de Minas Gerais, os resultados evidenciam que a abordagem proposta contribuiu para que os alunos atribuíssem significado aos conteúdos trigonométricos estudados, incentivando seu envolvimento e empenho na aprendizagem desse assunto.

De acordo com Silva (2011) os alunos tiveram dificuldades em identificar se a função seno era periódica, e dificuldades em reconhecer qual o período da função seno e tangente. O autor identificou que os estudantes tiveram dificuldades em expressar de forma escrita a ideia de periodicidade.

Silva (2011) também identificou que em sua pesquisa que os alunos apresentaram dificuldades em lidar com expressões que possuem apenas incógnita, e em construir gráficos cartesianos das funções seno, cosseno e tangente.

A partir da análise dos livros didáticos e das pesquisas relacionadas ao Ensino da Trigonometria, à modelagem e ao uso de tecnologias, o autor procurou responder à questão norteadora dessa pesquisa: *Uma abordagem de ensino envolvendo modelagem e diferentes Tecnologias de Comunicação e Informação pode contribuir para a aprendizagem da Trigonometria no triângulo retângulo e no círculo trigonométrico?*

O autor conclui que a abordagem contribuiu para a aprendizagem de trigonometria, mas que isso, contribuiu para modificar a forma de ensino da professora-pesquisadora, antes pautada predominantemente no modelo: definição – exemplo - exercício. Outras abordagens são possíveis e merecem ser aplicadas.

Ribeiro (2011) em sua pesquisa teve como objetivo compreender as possibilidades e dificuldades em utilizar o material distribuído aos alunos da rede pública do Estado de São Paulo, e focando no conhecimento prévios dos alunos em relação ao conteúdo de função trigonométrica.

De acordo com Ribeiro (2011) o caderno do aluno, que é um material didático, apresenta o conteúdo de função trigonométrica, ela explica que este conteúdo é bastante interessante, pois faz relação com outras áreas de conhecimento que estudam movimentos periódicos, como por exemplo, os movimentos das marés, e entre outros fenômenos naturais.

A autora selecionou 10 Questões envolvendo Funções trigonométricas do Caderno do Aluno, que é um material didático entregue pela escola. Ela destaca em relação ao material, a ênfase que ele dar aos fenômenos periódicos seja ele real ou imaginário, com isso Ribeiro (2011) enfatiza que isso direciona o aluno a relacionar o que se aprende em sala com algo do cotidiano dessa forma facilitando a aprendizagem com significado.

A autora teve como hipótese que os alunos do 2° ano do Ensino Médio possuíam um conjunto de conhecimentos prévios de trigonometria e de funções, como por exemplo, conceito de número real, funções, ângulos e plano cartesiano, que são assuntos essências para uma aprendizagem significativa de função trigonométrica.

A questão de pesquisa foi: *Quais são os conhecimentos prévios revelados por um grupo de estudantes em relação ao conteúdo Funções Trigonométricas? ,* sendo que autora utilizou para essa investigação, a pesquisa qualitativa e a técnica da observação participante e observou as ações de um grupo de alunos do segundo ano do Ensino Médio de uma escola Estadual.

A análise da pesquisa estar apoiada na Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, na perspectiva construtivista de Coll (2006) e nos resultados de Pozo (2002), e os resultados da pesquisa feita pela autora indicam que os conhecimentos prévios dos alunos relacionados as funções trigonométricas constituem-se em importante ferramenta para a realização de intervenção pedagógicas mais eficientes e geradoras de aprendizagem significativa.

Dentre as quais destaca conceitos gerais do estudo das funções tais como domínio e imagem, a ideia de valor numérico relacionada à noção de regularidade no contexto das funções trigonométricas.

A autora direcionou sua pesquisa para a utilização do material distribuído na rede pública do Estado de São Paulo que aborda o conteúdo de função trigonométrica, dentre as dificuldades que os alunos apresentaram no estudo das funções trigonométricas, Ribeiro (2011) destacou as dificuldades relacionadas aos conteúdos de procedimentos e de atitude.

A autora identificou nos alunos dificuldades na interpretação de texto, não estavam compreendendo a atividade, dificuldade na construção de gráfico cartesiano para iniciar a construção do gráfico e com isso também apresentaram dificuldade em indicar conjunto imagem e período da função. Os alunos apresentaram dificuldade para entender o significado da palavra Período, e isso dificultou o entendimento da atividade.

Ribeiro (2011) identificou dificuldades que podem surgir durante o desenvolver das atividades e considerou necessidade de intervenções para a construção do conhecimento. Dificuldades essas que consideramos presenciar em nossa experimentação e que apontamos as intervenções orais como recurso para direcionar o aluno a compreensão de problemas dessa natureza.

A autora identificou que os conhecimentos prévios dos alunos são, em sua maioria, relacionados a conteúdos de fatos e de conceitos, e a autora conclui que isso pode estar relacionado a uma concepção de aprendizagem em que o aluno é considerado como receptor passivo de conhecimento.

Pastana (2017) aborda a utilização do software Modellus no Ensino de Matemática e de Física como recurso na construção de conceitos de Funções Trigonométricas, associados às atividades envolvendo Movimento Harmônico Simples, cujo problema de pesquisa foi: *Quais as implicações de utilizar o software Modellus, para ensinar os conceitos de Funções Trigonométricas por meio do Movimento Harmônico Simples, em uma turma do 3º ano do Ensino Médio da Educação Básica na cidade de Macapá – AP?*

O autor utilizou atividades de Movimento Harmonico Simples interligado com o software Modellus para ensinar conceitos de função trigonométrica, com isso o Pastana (2017) identificou que os alunos tiveram dificuldades em entender a atividade proposta relacionada as funções trigonométricas, e os alunos não sabiam as características das funções trigonométricas aplicada em outra área de conhecimento.

Pastana (2017) notou que os alunos tentavam fazer calculo sem tentar compreender o que o problema solicitava, e apresentaram dificuldades com operações básicas da matemática, como adição, multiplicação e divisão de números reais.

De acordo com o autor os alunos não conseguiram esboçar o gráfico das funções seno e cosseno, e apresentaram dificuldades em relacionar período e amplitude das funções trigonométricas no movimento harmônico simples, e com isso tiveram dificuldades em compreender o período do movimento harmônico simples que é um fenômeno periódico e ainda confundiram período com amplitude.

O estudo foi realizado em uma escola pública da rede estadual do município de Macapá, Amapá, tendo como participantes, trinta e seis estudantes do 3º ano do

Ensino Médio, o autor tinha como objetivos específicos: conhecer as concepções prévias dos alunos sobre as Funções Trigonométricas aplicadas por meio de atividades do Movimento Harmônico Simples; planejar e desenvolver atividades no software Modellus integrando as Funções Trigonométricas e o Movimento Harmônico Simples e verificar se os resultados obtidos durante a prática pedagógica indicam que o ensino desenvolvido com o uso de tecnologias pode possibilitar um caminho diferenciado para o ensino de Funções Trigonométricas.

A pesquisa é de natureza qualitativa. Para levantamento dos dados, o autor utilizou um questionário estruturado prévio, o desenvolvimento da atividade pedagógica utilizando o software Modellus e o questionário de avaliação da prática pedagógica, além de observações feitas em um diário de campo, fotos e filmagens.

Feito análise dos dados Pestana (2017) apontou que: a) os alunos antes da intervenção pedagógica, apresentavam a falta de alguns conceitos de funções trigonométricas em especial, quando integrado ao movimento harmônico simples; b) o material produzido durante a prática pedagógica desenvolvida com os alunos apontou ser expressivo, pois contribuiu para que houvesse a compreensão e elaboração de conceitos de funções trigonométricas; c) os alunos, diante da proposta apresentada, mostraram-se predispostos a aprender os conceitos de funções trigonométricas quando integrados ao movimento harmônico simples; d) a análise das respostas dos alunos indicam que as atividades desenvolvidas com o software Modellus utilizado nos conceitos de funções trigonométricas, foram bem motivadoras quando integrado ao movimento harmônico simples.

O autor conclui que a aplicação do software Modellus contribui com a interação do ensino de Matemática com o de Física, podendo promover uma possibilidade diferenciada para a compreensão de diversos conteúdos dessas duas áreas do conhecimento, mesmo tendo uma evolução lenta como foi observado na intervenção, porém com uma evolução na compreensão conceitual de Funções Trigonométricas e de Movimento Harmônico Simples.

Ressaltamos que a utilização de atividades contextualizadas tem grande valor para a apreensão do conhecimento matemático por parte do aluno. Logo, se faz essencial sua presença na ação pedagógica do professor. Tal natureza de atividade está relacionada a intervenções exploratórias e intervenções avaliativas aplicativas, dentro do contexto das UARC’s (CABRAL, 2017).

Já a pesquisa de Fernandes (2010) teve como objetivo construir uma aprendizagem significativa dos conceitos básicos da trigonometria na circunferência. Utilizando como metodologia de pesquisa a Engenharia didática, a pesquisa possui dois instrumentos de análise, dando grande importância para a análise didática do erro, o primeiro instrumento é utilizado para a construção da circunferência trigonométrica, utilizando régua, transferidor e lápis, no segundo instrumento, a construção é feita no GeoGebra.

Utilizou uma sequência didática composta por 2 instrumentos, sendo que o primeiro instrumento com 4 atividades e o segundo instrumento com 3 atividades, e com a aplicação da sequência didática o autor identificou que os alunos tiveram dificuldades em localizar ponto no plano cartesiano, construção de gráficos das funções seno e cosseno, obtenção das projeções no ciclo trigonométrico e muitos erros cometidos pelos alunos foi por falta de atenção de acordo com Fernandes (2010).

A pesquisa foi aplicada para 12 alunos da 2° série do Ensino Médio de uma escola estadual, sendo que foram dois encontros para a aplicação dos instrumentos, o presente trabalho consistiu em analisar o quanto é relevante o uso do GeoGebra na aprendizagem significativa. O autor conclui que a utilização do GeoGebra foi imprescindível para a aprendizagem significativa, facilitando assim a construção da circunferência trigonométrica com bastante precisão nas medidas das projeções.

3.3. CONCLUSÕES DA REVISÃO DE ESTUDO E CONTRIBUIÇÕES À PESQUISA

O estudo revisado mostrou a importância do uso de recurso didático para facilitar a aprendizagem dos alunos, alinhando assim com as orientações dos PCN e BNCC. Essas pesquisas abordam um ensino de Função Trigonométrica usando diversas alternativas metodológicas, já por meio de atividades contextualizadas, como também com o uso de tecnologias tais como o GeoGebra com o intuito de permitir que o aluno interaja com o objeto de conhecimento, atribua significações, se motive a continuar buscando pelo conhecimento, pois com o recurso tecnológico o aprendiz visualiza de forma dinâmica as funções trigonométricas.

Em nossa pesquisa sobre o ensino do Conceito de Função Periocidade não vamos utilizar o recurso tecnológico pelo motivo de economia de tempo, e que de acordo com Costa (1997) em relação ao computador como recurso, no entender da autora, o professor antes de aplicar uma atividade que pretender discutir determinado conteúdo, ele deve avaliar se esse recurso é viável em termos de economia de tempo, simplificação do ensino e vai contribuir para aprendizagem.

A autora chama atenção para o tempo que sempre se consome na compreensão do funcionamento desses equipamentos tecnológicos, com esse respaldo justificamos a não utilização do recurso tecnológico, já que em nossos estudos apontam como interessante o uso do computador para o ensino das funções trigonométricas que são também funções periódicas.

Nessa revisão de estudo, percebemos que a definição de função Periódica era citada rapidamente ou até mesmo o trabalho não citava nada da definição de periodicidade, que torna um desafio escrever sobre o ensino de Função periódica, pelo fato dessa escassez no que concerne pesquisas nesse enfoque.

Conseguimos com essa pesquisa de estudos, ter acesso a algumas funções periódicas de tem uma grande recorrência no ensino médio, porém esses estudos não são bem direcionados para o nosso objeto de estudo. Em contrapartida, as pesquisas selecionadas apresentaram informações pertinentes em relação a aprendizagem de função periódica, uma vez que, as dificuldades identificadas e sugestões de abordagem e observações da reação dos alunos frente a proposta serviram em demasia para nossas análises preliminares da sequência didática elaborada.

Assim, destacamos a importância nesse trabalho e seu caráter individual por ser constituir uma investigação em relação a um conteúdo que tem grande importância no estudo da álgebra.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Neste capítulo têm-se as características da pesquisa que foi desenvolvida sobre o ensino do conceito de função Periódica e os instrumentos que foram utilizados para obter as informações do processo de ensino, a saber o teste de verificação de conhecimentos básicos; a oficina de conhecimentos necessários; a sequência didática proposta e o teste de verificação de aprendizagem.

Cada um dos elementos mencionados acima é descrito e explicado a seguir. No entanto me detenho a realizar as análises preliminares somente da sequência didática aplicada e sua validação de uso no âmbito escolar, no processo de ensino e aprendizagem do conceito das funções periódicas.

4.1. CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

Ressalto que a pesquisa teve como objetivo estudar as potencialidades didáticas de uma Sequência Didática elaborada com base nas Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual (UARC's) especificamente para o ensino e a aprendizagem do Conceito de função periódicas.

Assim, no que tange as características da pesquisa desenvolvida, descrevo a seguir quanto aos objetivos, procedimentos, abordagem e a natureza. Em seguida descrevo os sujeitos da pesquisa e lócus em que foi realizada.

Quanto ao procedimento, considero a pesquisa como experimental uma vez que este tipo de pesquisa diz respeito as investigações em que são realizados tratamentos diferentes a grupos de assuntos coincidentes, checando as variáveis existentes e as diferenças observadas em cada grupo (FONSECA, 2002). Nessa pesquisa trato de duas turmas, a turma experimental e a turma de controle.

Quanto a natureza, a pesquisa é do tipo aplicada por realizar experimentação em uma amostra afim de gerar conhecimentos para solução de problemas, neste caso, no âmbito no processo de ensino e aprendizagem das funções periódicas (GERHARDT, SILVEIRA, 2009) e a abordagem qualitativa pois foco na verificação dos indícios de aprendizagem captados na experimentação da sequência didática, sendo que os sujeitos dessa pesquisa foram os alunos do 2º do Ensino Médio e o lócus uma Escola Pública da Rede Estadual de Ensino.

Adoto uma abordagem qualitativa, pois foco na verificação dos indícios de aprendizagem captados na experimentação da sequência didática. A abordagem qualitativa, segundo Gehrardt e Silveira (2009) não se preocupa com a representatividade numérica, isto é, tem-se o enfoque no aprofundamento da compreensão do fenômeno realizado em determinado grupo social, levando em considerações as variáveis do processo além das particularidades dos sujeitos investigados. Em relação a este último, compõe os sujeitos da pesquisa os alunos do 2º do Ensino Médio e o lócus é uma Escola Pública da Rede Estadual de Ensino. Os instrumentos de investigação utilizados bem como as minhas considerações preliminares em relação a experimentação estão descritos a seguir.

4.2. INSTRUMENTOS DE INVESTIGAÇÃO E ANÁLISES PRELIMINARES

Nessa pesquisa utilizo três instrumentos de investigação, são eles: o teste de verificação de conhecimentos básicos, a sequência didática para o ensino do conceito de funções periódicas e, por fim, o teste de verificação de aprendizagem. Além disso trabalho com duas turmas, nomeadas de turma experimental e turma de controle.

A turma experimental será alvo de todos os instrumentos, enquanto que a turma de controle não sofrerá a intervenção da proposta metodológica, sendo o ensino do conteúdo de funções periódicas ministrado da forma tradicional pelo professor regente.

O teste de verificação de conhecimentos básicos é composto de 10 questões conforme pode ser observado no apêndice A e teve por objetivo verificar se os alunos possuem os conhecimentos necessários para aprendizagem do conceito de funções periódicas, uma vez que, tenho por finalidade identificar as potencialidades da sequência didática e os indícios de aprendizagem. Assim o teste será aplicado para ambas as turmas, experimental e de controle.

O objetivo das questões do teste de verificação de conhecimentos básicos é verificar se o aluno ainda lembra dos conteúdos relacionados as funções, como a ideia de domínio, imagem e valor numérico das funções polinomiais do 1° e 2° grau, coordenadas cartesianas e montar a partir do gráfico fornecido na questão o modelo matemático que representa o gráfico.

Vale ressaltar que se caso as turmas tenham desempenho desfavorável ambas receberam uma oficina de nivelamento para o ensino destes conhecimentos necessários para em seguida ser aplicada as propostas metodológicas.

A oficina de conhecimentos necessários é composta por 8 questões conforme pode ser observado no apêndice B e tem como objetivo relembrar noção de função como, domínio, imagem, representação cartesiana de uma função e também relembrar a ideia de valor numérico das funções polinomial do 1° e 2° grau e as características gráficas dessas funções.

No primeiro momento da oficina revisei com os alunos, domínio, imagem, plano cartesiano, variável dependente e independente de uma função, e após essas revisões teóricas e resolvi a primeira e a segunda questão da oficina de conhecimento necessário.

Já no segundo momento da oficina ministrei de maneira geral as características gráficas e a ideia de valor numérico das funções polinomiais do 1° e 2° grau, após isso resolvi oito questões da oficina de conhecimento necessários.

A sequência didática elaborada para turma experimental foi desenvolvida com bases nas Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual (UARC) desenvolvidas por Cabral (2017) e os pressupostos da teoria das Situações Didáticas. Foram elaboradas 3 UARC's cuja apresentação, descrição e análises preliminares foi descrita abaixo.

UARC 1

A UARC 1 tem como tópico a abordagem de fenômenos periódicos e não periódicos, tenho por objetivo nesta atividade conceituar estes fenômenos aos alunos. Os materiais utilizados foram lápis, caneta e o roteiro da sequência didática. A modalidade utilizada para o início desta UARC é o tipo conexão pontual.

$[I_i - CP]$. Analise cada fenômeno e determine-os quanto ao seu período de repetição.

SITUAÇÃO (Fenômeno)	Repete em intervalo de tempo aproximadamente igual?	
	SIM	NÃO
Seu aniversario		
Batimento cardíaco		
Passagem do cometa Harlley		
O movimento de translação (aquele que a Terra realiza ao redor do Sol)		
O ponteiro dos segundos de um relógio		
O movimento de rotação da Terra (Dia e Noite)		
Ciclo menstrual		
Maré (Maré alta e Maré baixa)		
A entrega de cartas pelo carteiro		
Férias escolares		
O valor da conta de energia a cada mês		
A ocorrência de chuva no dia a dia		

As 4 estações do ano (Verão, Inverno, Outono e Primavera)		

$[I_r]$. Dentre os fenômenos observado na tabela há àqueles possuem um mesmo intervalo de tempo para realizar-se? Cite exemplos com base na tabela.

____
____
____

$[I_f]$.Se um fenômeno mantém um padrão temporal de repetição então este é chamado de fenômeno periódico.

$[IA_a]$. Observe os fenômenos a seguir e classifique estes como periódico ou não periódico.

Fenômeno	**Classificação**
Ciclo menstrual	
Maré (Maré alta e Maré baixa)	
O valor da conta de energia a cada mês	
O movimento de rotação da Terra (Dia e Noite)	
A entrega de cartas pelo carteiro	

As considerações preliminares têm por base o estudo do objeto matemático, isto é, as funções periódicas em sua essência com funções conhecidas e pouco conhecidas; as considerações dos documentos oficiais e as informações obtidas da revisão de estudos. Tudo isso relacionado com o referencial teóricos que norteia a análise da aplicação da Sequência Didática.

A partir da literatura, noto que a aprendizagem matemática ainda se dá por um processo mecânico de memorização. Esta, podemos dizer assim, cultura, se agrava principalmente em tópicos que detém de um maior nível de rigor matemático como é o caso das funções trigonométricas (DOMINGOS NETO, 2010; BATISTA, 2015).

Assim, é importante que o aluno tenha concepção do que é um fenômeno periódico para posteriormente estabelecer a relação com os conceitos de variáveis dependente e independente dentro do estudo das funções periódicas (DUARTE FILHO, 2017).

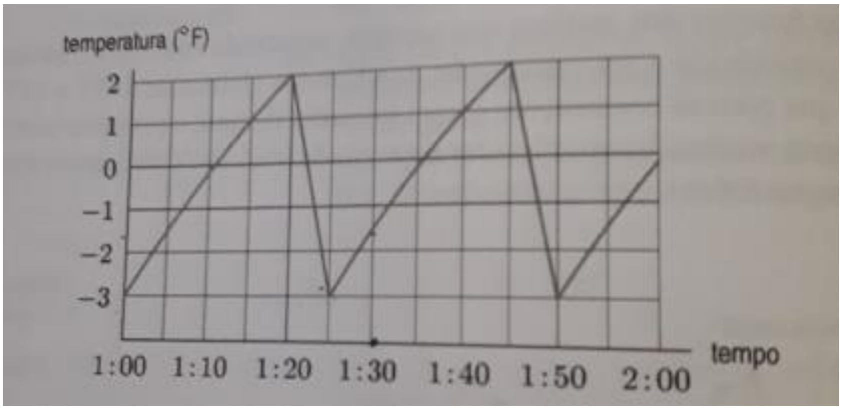
UARC 2

A UARC 2 tem como tópico o período de fenômenos periódicos, tive como objetivo nesta atividade trabalhar o conceito de período. Os materiais utilizados foram lápis, caneta e o roteiro da sequência didática e para início foi utilizado o modelo de conexão pontual.

$[I_i - CP]$. O quadro a seguir apresenta os fenômenos periódicos descritos na atividade anterior. Identifique em cada fenômeno o intervalo de repetição.

Fenômeno	Intervalo de repetição
Seu aniversario	
Férias escolares	
O ponteiro dos segundos de um relógio	
Passagem do cometa Harlley	
O movimento de translação é aquele que a Terra realiza ao redor do Sol	

$[I_r]$. A figura a seguir mostra um fenômeno periódico da variação da temperatura dentro de um congelador fechado, com a temperatura em Fahrenheit (ºF) e a o tempo em minutos (min).



Analisando o gráfico no eixo referente ao tempo, quanto vale (em minutos) a distância entre cada lado do quadrado?

____

____

$[I_e]$. Agora complete o quadro identificando o horário localizado entre:

Tempos	$1:00$ min $1:10$	$1:10$ $1:20$	$1:20$ $1:30$	$1:30$ $1:40$	$1:40$ $1:50$	$1:50$ $2:00$
Horário						

$[I_e]$. Identifique a temperatura nos horários descritos a seguir.

Horário	Temperatura
$1:00$ min	
$1:25$ min	
$1:50$ min	

$[I_r]$. O que você observa em relação ao comportamento do gráfico entre os horários descritos?

____

____

$[I_r]$. Você consegue perceber alguma outra repetição envolvendo tempo e Temperatura?

$[I_r]$. De quanto em quanto tempo o comportamento do gráfico se repete?

$[I_f]$. Em um fenômeno periódico, o intervalo requerido para se completar um ciclo é chamado de período. Em matemática considera-se período como o menor valor para completar o ciclo de repetição.

$[IA_a]$. Analise o quadro a seguir que descreve a posição (S) de um móvel, em metros, em função do tempo t, em minutos num circuito fechado e em seguida complete a tabela.

t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18						
S (t)	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20						

Qual o período para que o móvel retorne a sua posição inicial (0 metros)?

De acordo com Salazar (2015) é importante no ensino de funções trigonométricas a contextualização com a realidade do aluno. Nesse sentido, na UARC 2, busquei relacionar cada atividade com outros campos de conhecimento e trabalhando com fenômenos periódicos da realidade do aluno.

De maneira geral os alunos pesquisados apresentaram dificuldades em perceber o padrão de repetição em cada fenômeno. Sendo assim, consegui formalizar a ideia de período enquanto o menor tempo para que um determinado evento torne a acontecer.

UARC 3

A UARC 3 tem como tópico a função periódica, tive como objetivo nesta atividade trabalhar o conceito de função periódica. Os materiais utilizados foram lápis, caneta e o roteiro da sequência didática e para início utilizei o modelo de conexão pontual.

$[I_i - CP]$. Analise o quadro a seguir que descreve uma função $F(t) \rightarrow t$ em seguida complete-o.

t	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70					
f(t)	1,8	1,4	1,7	2,3	2,0	1,8	1,4	1,7	2,3	2,0	1,8					

$[I_r]$. Qual o período que você observou?

[I_e]. Determine o valor de f(20)?

[I_e]. Determine o valor de f(45)?

[I_e]. Determine o valor de f(70)?

[I_e]. Apresente uma relação envolvendo o f(20) ; f(45) ; f(70).

[I_r]. De que forma podemos escrever $f(45)$ a partir do período identificado?

[I_r]. De que forma podemos escrever $f(70)$ a partir do período identificado?

[I_e]. Determine o valor de $f(25)$?

[I_e] Determine o valor de $f(50)$?

[I_e]Determine o valor de $f(75)$?

[I_e]Apresente uma relação envolvendo o f(25) ; f(50) ; f(75).

[I_r]De que forma podemos escrever $f(50)$ a partir do período identificado?

[I_r] De que forma podemos escrever $f(75)$ a partir do período identificado?

[I_f]. Uma função f de domínio $A \subset \mathbb{R}$ se diz periódica se existe um real T não nulo, tal que $f(x+T) = f(x)\ \forall\ x \in A$. Em que o período da função periódica f é o menor T positivo que satisfaz a condição acima.

[IA_r]. Analise a função f(x) descrita no quadro a seguir

x	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
f(x)	5	0	-5	0	5	0	-5	0	5	0	-5	0	5	0

[I_r]. Qual o período que você observou?

[I_e]. Determine o valor de f(0)?

[I_e]. Determine o valor de f(8)?

[I_e]. Determine o valor de f(16)?

[I_e]. Apresente uma relação envolvendo o f(0) ; f(8) ; f(16).

[I_r]. De que forma podemos escrever $f(8)$ a partir do período identificado?

[I_r]. De que forma podemos escrever $f(16)$ a partir do período identificado?

[I_e]. Determine o valor de $f(2)$?

[I_e] Determine o valor de $f(10)$?

[I_e]Determine o valor de $f(18)$?

[I_e]Apresente uma relação envolvendo o f(2) ; f(10) ; f(18).

[I_r]De que forma podemos escrever $f(10)$ a partir do período identificado?

[I_r] De que forma podemos escrever $f(18)$ a partir do período identificado?

De início considero que os alunos pudessem vir a ter certas dificuldades em trabalhar com o valor numérico, domínio e imagem de uma função. Como também relacionar o período com o valor numérico com o intuito de conceituar função periódica. Estas dificuldades estão presentes nas pesquisas da revisão de estudo, as quais destacamos a de Costa (1997), Ribeiro (2011) em relação as funções trigonométricas, além de estarem presentes dentre os obstáculos gerais do ensino de funções (BRASIL, 1998).

Ressalto a utilização de diferentes formas de representação de nosso objeto de estudo, a fim de capacitar o aluno para resolução de problemas em aspectos diversos. As pesquisas de Pereira (2013); Pastana (2017) e Salazar (2015) destacam na utilização de tecnologias a importância de representação gráfica e a forma tabular para serem abordadas nas atividades que compõem a sequência didática proposta.

Após a aplicação da sequência didática foi dado o teste de verificação de aprendizagem ,que pode ser observado no apêndice C ,que é composto por seis questões que tem por objetivo avaliar se o aluno conseguiu absorver o conteúdo de relacionado com a função periódica.

A primeira questão estar relacionado com os fenômenos periódicos, o aluno precisa reconhecer qual fenômeno descrito nas alternativas é periódico ou não periódico. Já a segunda questão o aluno tem que reconhecer qual o gráfico representa uma função periódica. A terceira questão do teste o aluno precisa reconhecer o período do fenômeno periódico. A quarta questão é fornece um gráfico para o aluno dizer e justificar se o gráfico representa uma função periódica e qual o período desse gráfico. A quinta questão é para o aluno dizer se o fenômeno descrito é periódico ou não e justificar a resposta. Na última questão é fornecido uma tabela com alguns valores relacionados com uma função periódica, sendo perguntado qual o valor numérico de dois valores e qual o período percebido na função periódica.

Tenho como apoio a Analise Microgenética e Analise do Discurso para tratar e interpretar os dados que foram fornecidos pelos alunos, no qual a minha intenção é verificar indícios de aprendizagem.

5. ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Nesse capitulo descrevo com detalhe as análises dos resultados, tendo como apoio os instrumentos de investigação que é a Analise Microgenética combinado com a Análise do Discurso, com o intuito de identificar indícios de aprendizagem a partir dos dados gerados por meio da gravação de vídeo e áudio da aplicação da sequência didática em uma escola pública estadual.

5.1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE ANÁLISE

Nesse subcapitulo descrevo com riqueza de detalhes o procedimento metodológico da pesquisa realizada em uma turma do segundo ano do Ensino Médio da escola estadual Paes de Carvalho, localizada no centro da cidade de Belém no estado do Pará.

Devido a pandemia de covid-19, tentei 2 escolas estaduais para a aplicação da sequência didática, porém não obtive êxito, então entrei em contato com um professor amigo que permitiu a aplicação da sequência didática no horário das aulas dele na escola estadual Paes de Carvalho.

Na turma escolhida para aplicar a sequência didática tinha 15 alunos e foi uma sugestão do professor escolhe-la, pois, essa turma era bem interessada nas aulas e a frequência dos discentes era boa, e o professor da turma já havia conversado com os estudantes que no horário da aula dele seria feito uma pesquisa e aplicado alguns testes.

No dia 10 de janeiro de 2022 uma segunda-feira compareci na escola para conversar com turma do segundo ano indica pelo professor, sendo que o ano letivo da turma ainda é de 2021 devido a paralização das aulas por causa da pandemia, diante desse cenário procurei nesse primeiro contato com os alunos explicar como seria a pesquisa e aplicar o teste de conhecimentos básicos necessários.

Antes dos alunos iniciarem o teste de conhecimentos básicos necessários expliquei que a intenção do teste é de verificar os conhecimentos deles sobre os assuntos como, função, domínio, imagem, valor numérico, plano cartesiano, e depois de explicar muitos alunos falaram que não tinham estudado esses conteúdos, pois no ano de 2020 com a pandemia, as aulas tinham sido paralisadas e quando retornou foi no formato remoto e muitos estudantes não tinha acesso à internet.

Diante do relato dos discentes, recolhi o teste de conhecimentos básicos e comuniquei a eles que seria feito uma oficina de conhecimentos necessários, e pedi para que todos os alunos comparecessem na próxima aula, que seria na quarta-feira da mesma semana.

No dia 12 de janeiro de 2022 uma quarta-feira, utilizei 2 aulas de 45 minutos para aplicar a oficina de conhecimentos necessários, no primeiro momento expliquei sobre gráfico cartesiano, noção de função como domínio, imagem, contradomínio e valor numérico da função polinomial do 1º grau e 2º grau, em seguida no segundo momento resolvi as 10 questões do material da oficina de conhecimentos prévios (apêndice B) entregue aos alunos.

No final da oficina explique para os alunos que no nosso próximo encontro seria aplicado uma sequência didática e que seria feito gravação de áudio e vídeo dessa atividade, entreguei o um Termo de Livre Consentimento(TLC) para os pais e alunos após isso fiz a leitura do TLC **(anexo)** e pedi para quem fosse participar da aplicação da sequência didática levasse para assinar em casa junto com os pais e trazer assinado na sexta feira.

No dia 14 de janeiro de 2022 uma sexta-feira, antes de começa gravação de vídeo e áudio da sequência didática pedi para os alunos o TLC assinado por eles e os pais, e voltei a explicar que a participação é voluntaria e as gravações não seriam divulgadas de forma alguma e que seria uma forma de coleta de dados das interações, entre professor/pesquisador e os alunos, que iriam ocorre no decorrer da aplicação da sequência didática.

No dia da aplicação da sequência didática compareceram 15 alunos, sendo que esses mesmos alunos estavam em todos os nossos encontros, como a aplicação do teste diagnostico e da oficina de conhecimentos prévios. De início pedi para os alunos formarem grupos de 3 alunos, mas devido a pandemia alguns alunos não quiseram ficar em grupo, então sugerir a formação de grupo com apenas 2 alunos e que também poderiam fazer a sequência individualmente.

Com isso formou-se 5 grupos com 2 alunos e 5 alunos decidiram fazer a atividade da sequência sozinhos, diante disso para facilitar a transcrição e analise dos áudios, foi usada a seguinte nomenclatura para identificar os grupos e os alunos:

Grupo 1: 1A, 1B

Grupo 2: 2A, 2B

Grupo 3: 3A, 3B

Grupo 4: 4A, 4B

Grupo 5: 5A, 5B

Além disso é importante destacar que os alunos da pesquisa identifico eles com as 2 primeiras letras do alfabeto (**A** e **B**), e que os 5 alunos que fizeram a sequência individualmente identifico-os com a nomenclatura **SA**, **SB**, **SC**, **SD**, **SE (**Sozinho A, B..), dessa forma consegui organizar de forma eficiente, facilitando assim a transcrição dos áudios para análise dos dados afim de obter indícios de aprendizagem, como segue nos subcapítulos seguintes.

5.2. ANÁLISE MIGROGENÉTICA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesse subcapitulo apresento as interações verbais que ocorreram na aplicação da sequência didática, sendo que, tenho como intenção identificar os indícios de aprendizagem com o apoio da Análise do Discurso conforme Mortimer e Scott (2002), e como proposto pela Analise Microgenética de acordo com Goés (2000) vamos considerar os recortes das transcrições verbais ocorridos na aplicação da Sequência didática.

Para fazer uma análise de forma eficiente das interações verbais para que possamos identificar os indícios de aprendizagem dos estudantes e assim responder à questão de pesquisa, vamos organizar os recortes das interações da seguinte maneira:

- **Turno:** refere-se a fala do professor e do aluno
- **Segmento:** refere-se a um conjunto de turnos
- **Episódio:** refere-se a um conjunto de segmentos

A sequência didática desenvolvida pelos alunos, os áudios e uma hora e vinte minutos de vídeo gravação foi o material utilizados para a coleta de dados, e em seguida transcrevi e organizei as falas em turnos, segmentos e episódios, sendo assim, vale ressaltar que apenas considerei as falas entre professor-aluno e aluno-aluno relacionadas com os fenômenos periódicos, período e conceito de função periódica.

Sendo assim, para uma boa compreensão da análise dos dados coletados no vídeo e na transcrição dos áudios, tem-se a seguir o quadro 6 com as representações e significados utilizados.

Quadro 6:Representações e significados usados na Analise Microgenética

Representação	Significado
{...}	**Chave com 3 pontos**: Indica Interações verbais que o pesquisador pulou nos turnos por não ter relevância com a pesquisa.
...	**3 pontos:** Esses 3 pontos no final da fala do pesquisador indicam que o aluno tem que completar a fala do pesquisador.
(**abc**)	**Parênteses com texto em negrito:** Indica gestos feito tanto pelo pesquisador como pelo aluno
abc	**Fala em Itálico**: Indica que o aluno confirma uma pergunta feita pelo pesquisador de maneira informal

Fonte: Adaptado de Gama (2020)

Vale ressaltar que em várias situações o pesquisador faz perguntas para o aluno completar a fala do professor/pesquisador, que é uma forma do pesquisador chamar a atenção de outros alunos que estão apenas observando sem interação nenhuma, sendo que em alguns momentos os alunos elaboram apenas perguntas confirmatório, o que é visto de maneira positiva pelo pesquisador, pois mostra que os estudantes estão mobilizando conhecimento para resolver problemas novos.

O quadro 7 a seguir mostra de maneira sucinta e sistemática a analise microgenética, vejamos.

Quadro 7: Resumo da Analise Microgenética e Analise Discurso

Uarcs	Episódio	Segmento	Turnos	Padrão Interativo	Abordagem Predominante	Conteúdo
1	1	1	1-52	I-R-P-R...	Interativa/de autoridade	Fenômeno Periódico
		2	53-80	I-R-P-R...		
		3	81-97	P-R-P-R...		
		4	98-217	I-R-P-R...		
2	2	1	239-275	I-R-F-P-F...	Interativa/de autoridade	Período
		2	276-337	I-P-R-P-R...		
		3	338-412	I-P-R-P-R...		
3	3	1	423-437	I-P-R-P-R...	Interativa/de autoridade	Conceito de Função Periódica
		2	438-542	I-P-R-F...		

Fonte: Adaptado de Gama (2020)

E com a análise microgenética concluída, conseguimos obter os indícios de aprendizagem, que podemos conferir no quadro 8 a seguir e os turnos que ocorreram os indícios.

Quadro 8: Resumo dos indícios de aprendizagem

Uarc	Episódio	Segmento	Indício de Aprendizagem. (Turnos)
1	1	1	9, 11,13, 47,49 e 52
		2	64,66,68,70,7779 e 80
		3	83,85,87,91,93 e 96
		4	104,107,111,114,116,119,124,127,130,140,142,144,152,154, 156,158,160,161,165,168,171,174,176,179,181,183,185,187, 189,191, 194,196,200,207,208,210, 214.
2	2	1	242,248,252 258,264,267, 269,271 e 274
		2	285,287,290,300,303,307,315,317,322,325,328,330,333 e 336.
		3	344,346,348,350,353,358,361,366,370,378,381,383,389,395 397,399,401,404,406 e 408.
3	3	1	430,433 e 436
		2	441,453,456,470,472,475,478,484,488,491,494,501,504,507,510, 514,517,520,524,526,528,530,532,534,536,538,540

Fonte: Auto (2022)

Com isso temos no subcapitulo a seguir as analises microgenéticas realizadas em cada Uarc.

5.2.1. Análise microgenética da UARC 1

EPISÓDIO 1

SEGMENTO 1: TURNOS 1-52

O professor/pesquisador com intenção de explorar a ideia de fenômeno periódico da Uarc 1, buscando sempre provocar os alunos a refletirem sobre fenômenos do dia a dia, e com a intenção de construir a estória da Uarc 1 sobre os fenômenos periódicos, com isso início a analise com turno de 1 até o 52, que refere-se a primeira situação da atividade que é o Aniversário, situação colocada na primeira linha de forma intencional pelo professor, para fazer o aluno entender a primeira atividade.

Turno 1 Professor: vamos lá galera, entreguei para vocês a primeira Uarc, vocês têm aí esse primeiro quadro e podem começar aí, tá.

Turno 2 Professor: analise cada fenômeno e determine quanto ao seu período de repetição, você tem o fenômeno e no lado repete em intervalo de tempo aproximadamente igual, só para marcar com x, vamos lá, qualquer dúvida podem falar tá.

Turno 3 Aluna 1A: É, esse repete aproximadamente igual, não entendi.

Turno 4 Professor: intervalo de tempo certo, por exemplo, teu aniversario, acontece de quanto em quanto tempo? Qual tua data de aniversário?

Turno 5 Aluna 1A: 23 de julho

Turno 6 Professor: 23 de julho desse ano, então vai se passar quanto tempo para você fazer aniversario de novo?

Turno 7 Aluna 1A: 1 ano

Turno 8 Professor: 1 ano que é o que? quantos meses?

Turno 9 Aluna 1A: 12 meses

Turno 10 Professor: Então a cada**.....**

Turno 11 Turma: 12 meses

Turno 12 Professor: tu fazes aniversário, não é cíclico?

Turno 13 Aluna 1A: *hum hum*

Turno 14 Professor: Então, acontece em intervalo de tempo igual? Aí você marca sim ou não.

Turno 15 Aluna 1B: só com x?

Turno 16 Professor: isso, pode marcar com o x.

{...}

Turno 36 Aluna 1A: ela **(aponta para a aluna SA)** tá com duvida

Turno 37 Professor: pode falar, pode falar**.**

{...}

Turno 44 Professor: o teu aniversario acontece de quanto em quanto tempo?

Turno 45 Aluna S A: 1 ano

Turno 46 Professor: então, de 12 em**...**

Turno 47 Aluna S A: 12 em 12 meses

Turno 48 Professor: se repete em intervalo de tempo igual? O teu aniversario, sim ou não?

Turno 49 Aluna S A: sim

Turno 50 Professor: aí tu marcas.

Turno 51 Professor: tá, deu para entender?

Turno 52 Aluna S A: sim

Pode-se observar nesse segmento a abordagem interativa/de autoridade, sendo que a intenção do professor é provocar o aluno a refletir sobre fenômenos que se repetem em intervalo de tempo aproximadamente igual.

O padrão de abordagem que acontece de forma continua é a não tríade do tipo I-R-P-R-P. No turno 1 e 2 temos a iniciação do professor ao pedi para os alunos começarem a atividade e em seguida lendo o comando da atividade, que com isso no turno 3 a aluna 1A elabora a pergunta, que também era duvida da turma toda, pois o turno 11 a resposta dada por toda a turma é correta, o que mostra que a turma estava atenta com a interação entre professor e aluna 1A que acontece nos turnos de 4 a 9.

No turno 4 e 6 o professor mobiliza uma pergunta que possa levar a aluna 1A a refletir de quanto em quanto tempo ocorre o aniversário dela, sendo que nos turnos 5 e 7 a discente dar resposta corretas, e o professor dar um feedback positivo a resposta dada pela aluna 1 A ao elaborar uma pergunta no turno 8 sendo respondido corretamente no turno 9.

As interações acontecem e no decorrer de um certo tempo conforme o turno 36 a aluna 1A nota que a colega SA não tinha entendido a primeira atividade, diante disso nos turnos 44 e 48 o professor elabora a mesma pergunta que a ajudou a aluna 1A a entender conforme os turnos 4 e 6. E nos turnos 45, 47 e 49 obteve respostas corretas fornecida pela aluna SA e em seguida o professor faz uma pergunta para confirmar se a aluna havia entendido, turno 51, obtendo assim uma confirmação da aluna SA no turno 52, com essas respostas corretas da aluna SA acredito que a discente já havia entendido a atividade, mas estava insegura e buscou apenas confirmar o que já sabia, passando a ter mais confiança para desenvolver a atividade.

Quadro 9:Resumo da análise microgenética do segmento 1

Intenções do Professor	Fazer o aluno entender a partir de uma situação simples do dia a dia, como o Aniversario, fenômenos que repetem em intervalo de tempo aproximadamente igual.	
Conteúdo	Fenômeno Periódico	
Abordagem Predominante	Interativa/de autoridade	
Padrões de Interações	I-R-P-R......	
	Formas de Intervenções (Professor)	Comportamentos e atitudes (Aluno)

Relação Dialética	*Leitura da atividade para provocar o aluno*. **Turno 2 Professor**: análise cada fenômeno e determine quanto ao seu período de repetição, você tem o fenômeno e no lado repete em intervalo de tempo aproximadamente igual, só para marcar com x, vamos lá, qualquer dúvida podem falar tá.	*Faz uma pergunta com dúvida.* **Turno 3 Aluna 1A:** É, esse repete aproximadamente igual, não entendi.
	Faz uma Pergunta para instigar o aluno a refletir **Turno 4 Professor:** intervalo de tempo certo, por exemplo, teu aniversario, acontece de quanto em quanto tempo? Qual tua data de aniversário?	*Responde corretamente* **Turno 5 Aluna 1A:** 23 de julho
	Dar um Feedback positivo e faz uma pergunta. **Turno 6 Professor:** 23 de julho desse ano, então vai se passar quanto tempo para você fazer aniversario de novo?	*Responde corretamente* **Turno 7 Aluna 1A:** 1 ano
	Dar um feedback positivo e faz uma pergunta confirmatória. **Turno 8 Professor:** 1 ano que é o que? quantos meses?	*Responde corretamente.* **Turno 9 Aluna 1A:** 12 meses
Indícios de Aprendizagem	O 1º indício de aprendizagem acontece nos turnos 9, 11 e 13. O 2º indício de aprendizagem acontece nos turnos 47,49 e 52.	

Fonte: Adaptado de Gama (2020)

SEGMENTO 2: TURNOS 53-80

Nesse segmento ainda trato da primeira atividade da Uarc 1, nesse recorde o aluno se defronta com fenômenos naturais um pouco mais complexos que se repetem em intervalo de tempo aproximadamente igual, tendo um grau de exigência maior.

Turno 53 Professor: alguém ficou em dúvida em algum fenômeno?

Turno 54 Aluna 1B: as 4 estações do ano.

Turno 55 Professor: as 4 estações do ano?

Turno 56 Aluna 1B: *é*

Turno 57 Professor: o verão nosso aqui acontece quando mais ou menos?

Turno 58 Aluno 4 A: todo ano

Turno 59 Professor: isso, todo ano né?

Turno 60 Turma: sim

Turno 61 Professor: é algo que vai se repetir? O verão

Turno 62 Aluna S A: sim

Turno 63 Professor: aí, quando começa o verão geralmente aqui no estado?

Turno 64 Aluna 1 B: em julho

Turno 65 Professor: e depois vai começar de novo quando? Em**.....**

Turno 66 Aluna 1B: julho

Turno 67 Professor: então, se repete em intervalo de tempo igual? Sim ou não?

Turno 68 Aluna 1 B: sim

Turno 69 Professor: deu para entender?

Turno 70 Aluna 1 B: sim

Turno 71 Aluna 1 B: e esse cometa?

Turno 72 Professor: o cometa harlley, tem um período que ele passa.

Turno 73 Aluno S B: então só para marcar sim ou não?

Turno 74 Professor: é tu só marca com x, é sim ou não, se ele se repete ou não?

Turno 75 Aluna S A: sim

Turno 76 Professor: a passagem do cometa harlley, ele passa de quanto em quanto tempo?

Turno 77 Aluno 2 A: de 75 ou 76 anos

Turno 78 Professor: isso, a cada 75 ou 76 anos, então se repete em intervalo de tempo igual? Sim ou não?

Turno 79 Aluno 2 A: sim

T 80 Aluna 1B: *a tá* entendi

A abordagem desse segmento é interativa/de autoridade e os indivíduos envolvidos interagem com um padrão predominante que é I- R-P-R.

Em um certo momento da aplicação da sequência notei que alguns alunos estavam parados sem fazer a atividade, então fiz a pergunta conforme o turno 53 e a aluna 1 B respondeu que estava com dúvida no fenômeno envolvendo as 4 estações do ano, e com isso percebemos também no turno 60 que a duvida da aluna 1B também era duvida da turma toda, pois a turma estava prestando atenção na interação ocorrida nos turnos 55 a 58.

No turno 71 a aluna 1B pergunta sobre o cometa harlley, que percebemos também que é dúvida de outros alunos, a pergunta do aluno SB no turno 73, analisamos que não é uma dúvida da atividade toda, e sim do fenômeno da passagem do cometa harlley, como se fosse uma confirmação que ele também estava com dúvida na passagem do cometa harlley.

Com a pergunta da aluna 1B no turno 71 chamou a atenção de outros alunos, no turno 75 a aluna SA responde corretamente à pergunta feita pelo professor no turno 74 e com isso a interação que ocorre com o professor e as alunas SA e 2 A nos turnos de 74 a 79 ajuda a aluna 1B a entender sobre o fenômeno da passagem do cometa harlley.

Quadro 10:Resumo da análise microgenética do segmento 2

Intenções do Professor	Fazer o aluno entender sobre fenômenos naturais, como as 4 estações do Ano e a passagem do cometa harlley, fenômenos que repetem em intervalo de tempo aproximadamente igual.	
Conteúdo	Fenômeno Periódico	
Abordagem Predominante	Interativa/de autoridade	
Padrões de Interações	I-R-P-R.....	
Relação Dialética	Formas de Intervenções (Professor)	Comportamentos e atitudes (Aluno)
	Faz uma Pergunta para instigar o aluno. **Turno 53 Professor**: alguém ficou em dúvida em algum fenômeno?	*Faz uma pergunta com dúvida.* **Turno 54 Aluna 1B**: as 4 estações do ano
	Faz uma pergunta. **Turno 57 Professor**: o verão nosso aqui acontece quando mais ou menos?	*Responde corretamente.* **Turno 58 Aluno 4 A**: todo ano
	Dar um Feedback positivo e faz uma pergunta confirmatória. **Turno 59 Professor**: isso, todo ano né?	*Responde corretamente.* **Turno 60 Turma**: sim
	Faz uma pergunta confirmatória. **Turno 61 Professor**: é algo que vai se repetir? O verão	*Responde corretamente* **Turno 62 Aluna S A**: sim
Indicio de Aprendizagem	O 1º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 64, 66, 68 e 70. O 2º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 77, 79 e 80	

Fonte: Adaptado de Gama (2020)

SEGMENTO 3: TURNOS 81-97

Nesse segmento 3 ainda sobre a primeira atividade da Uarc 1, os discentes se depararam também com situações que acontecem corriqueiramente no dia a dia.

Turno 81 Aluna 1 A: Esse da conta de energia?

Turno 82 Professor: conta de energia? olha aqui, o valor da conta de energia a cada mês.

Turno 83 Aluna 1 A: o valor varia, ah é

Turno 84 Professor: ele tá falando do valor. E se fosse a conta?

Turno 85 Aluna 1 A e 1 B: a conta vem todo mês

Turno 86 Professor: a conta vem todo mês, né?

Turno 87 Aluna 1 B: *Ham Ham*

Turno 88 Professor: mais é o valor no caso.

Turno 89 Aluna 1 A: e a entrega de carta?

Turno 90 Professor: a entrega de cartas pelo carteiro. Ele vai todo mês na tua casa?

Turno 91 Aluna 1A e 1 B: não

Turno 92 Professor: não, então**....**

Turno 93 Aluna 1 B: ele vai uma semana sim uma semana não

Turno 94 Professor: não, vai se repeti em intervalo de tempo igual?

Turno 95 Professor: mas se não tiver carta? ele não aparece, né.?

Turno 96 Aluna 1 B: é, ele não aparece

Turno 97 Aluna 1 A: beleza, obrigada.

Temos nesse recorte uma abordagem interativa de autoridade com um padrão de interação com os atores envolvidos de P-R-P-R.

No turno 81 se tem uma pergunta que reflete uma dúvida, e o professor no turno 82 nota que a aluna não leu com atenção a situação descrita no quadro, com isso o professor faz a mesma pergunta que a discente fez no turno 81 e ler a situação corretamente como está descrito no quadro, para que ela releia a situação de forma correta e já fizesse uma reflexão.

Diante disso no turno 83 a aluna já dar uma reposta correta depois de ter feito uma reflexão, e no turno 84 o professor enfatiza que se trata do valor da conta e em seguida faz uma pergunta para a aluna 1 A responder e refletir, sendo que no turno 85 as alunas 1A e 1B respondem juntas corretamente, e com isso inferimos que a aluna 1B também estava com dúvida em relação a conta de energia e assim com a interação do professor com a aluna 1A ela pode assim entender a situação , pois no turno 86 quando o professor faz uma pergunta confirmatória a aluna 1B responde de forma informal que entendeu conforme descrito no turno 87.

No turno 88 a aluna 1A que iniciou a pergunta desse segmento 3, faz uma outra pergunta sobre situação envolvendo o carteiro como descrito no turno 89, acredito que a aluna queria apenas confirmar se analise sobre a situação que a discente estava pensando estava correta. Notamos ainda no turno 91 que aluna 1B estava também com dúvida em relação ao que estava pensando sobre a situação do carteiro e queria confirmar se estava no caminho correto, pois no turno 93 a aluna 1B afirma que o carteiro aparece uma semana sim e outra não, mostrando assim que entendeu a situação de o carteiro não aparece periodicamente, e assim no turno 97 a aluna 1A apenas agradece, o que mostra que a interação que ocorre com o professor e a aluna 1B, turnos 92 a 96, foi suficiente para sanar a dúvida da aluna 1A descrita no turno 89.

Quadro 11:Resumo da análise microgenética do segmento 3

Intenções do Professor	Fazer o aluno compreender sobre situações do dia a dia que não se repetem em intervalo de tempo aproximadamente igual.	
Conteúdo	Fenômeno Periódico	
Abordagem Predominante	Interativa/de autoridade	
Padrões de Interações	P-R-P-R	
Relação Dialética	Formas de Intervenções (Professor)	Comportamentos e atitudes (Aluno)
	Não faz nenhuma Pergunta	*Faz uma pergunta com duvida* **Turno 81 Aluna 1 A**: Esse da conta de energia?
	Faz uma pergunta e em seguida dar um feedback para o aluno reler novamente e analisar. **Turno 82 Professor:** conta de energia? olha aqui, o valor da conta de energia a cada mês	*Responde corretamente.* **Turno 83 Aluna 1 A:** o valor varia, ah é
	Dar um Feedback positivo e faz uma pergunta confirmatória. **Turno 84 Professor:** ele tá falando do valor. E se fosse a conta?	*Responde corretamente.* **Turno 85 Aluna 1 A e 1 B:** a conta vem todo mês
	Faz uma pergunta confirmatória. **Turno 86 Professor:** a conta vem todo mês, né?	*Responde corretamente* **Turno 87 Aluna 1 B:** *Ham Ham*
Indício de Aprendizagem	O 1º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 83, 85 e 87.	

	O 2º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 91, 93 e 96

Fonte: Adaptado de Gama (2020)

SEGMENTO 4: TURNOS 98-217

Nesse segmento 4 tem-se a segunda atividade da Uarc 1, no qual essa segunda atividade estar ligada a primeira, com isso é importante que o aluno tenha feito por completo a primeira atividade, ou seja, compreendido todas as situações descritas no quadro da primeira atividade.

Turno 98 Aluna 1 B: Na segunda é para citar todos que tem o intervalo de tempo igual?

Turno 99 Professor: é olha aqui, alguém ainda tem dúvida aqui na parte das situações de fenômenos?

Turno 100 Turma: não

Turno 101 Professor: Na segunda, dentre os fenômenos observados na tabela há aqueles que possuem o mesmo intervalo de tempo para realiza-se? Cite exemplo com base na tabela.

Turno 102 Aluna 1 B: não entendi

Turno 103 Professor: o que tu marcou que se repete em intervalo de tempo?, pode colocar ai.

Turno 104 Aluna S A: é para colocar todos que marquei sim?

Turno 105 Professor: sim

Turno 106 Aluna 1 A: esse aqui, o movimento de translação é aquele que a terra realiza ao redor do sol, posso escrever só movimento de translação?

Turno 107 Professor: é, pode escrever só movimento de translação.

Turno 108 Professor: ta ok?

Turno 109 Professor: turma vamos lá, só recapitulando esse primeiro quadro, para vocês fazerem a segunda ai tá.

Turno 110 Professor: o teu aniversario ele repete em intervalo de tempo aproximadamente igual?

Turno 111 Turma: sim

Turno 112 Professor: sim, né

Turno 113 Professor: o batimento cardíaco?

Turno 114 Aluno 2 B: a cada 60 segundos

Turno 115 Professor: Ele vai se repetir em intervalo de tempo igual?

Turno 116 Turma: sim

Turno 117 Professor: sim né

Turno 118 Professor: a passagem do cometa harlley? Passa de quanto em quanto tempo?

Turno 119 Aluno 2B: 76 em 76 anos

Turno 120 Professor: de 76 em 76 anos , né

Turno 121 Professor: O movimento de translação, que é o que a terra faz ao redor do sol, acontece de **......**é algo é algo que se repete em intervalo de tempo aproximadamente igual?

Turno 122 Aluna 1 B: não

Turno 123 Professor: por que não?

Turno 124 Aluna 1 A: sim

Turno 125 Aluna 1B: porque demora anos né para...

Turno 126 Professor: demora quanto tempo para ele dar uma volta? ...

Turno 127 Aluno 2 A: 365 dias e 6 horas

Turno 128 Professor: isso, 365 dias e 6 horas

Turno 129 Professor: então a cada....?(olhando para aluna 1B)

Turno 130 Aluna 1 B: 1 ano e seis horas

Turno 131 Professor: isso, ele dar uma volta ao redor do sol.

Turno 132 Professor: esse é o movimento de translação.

Turno 133 Professor: o ponteiro dos segundos do relógio? Ele repete em intervalo de tempo aproximadamente igual?

Turno 134 Aluno 2 B: sim

Turno 135 Professor: sim ou não? Alguém em dúvida?

Turno 136 Professor: Quem acha que não?

Turno 137 Aluna 1 A: a aluna 1 B

Turno 138 Professor: pode falar, pode falar

Turno 139 Professor: se o ponteiro dos segundos começar no 12 ele sai do 12 e volta para onde?

Turno 140 Aluna 1 B:para o 12

Turno 141 Professor: é, repete em intervalo de tempo aproximadamente igual?

Turno 142 Aluna 1 B: sim

Turno 143 Professor: vamos lá, o movimento de rotação da terra, repete em intervalo de tempo aproximadamente igual?

Turno 144 Aluna 1 B: sim, ta falando dia e noite

Turno 145 Professor: ele vai girar em torno......tu acha que não?(aponta para o aluno 4A)

Turno 146 Aluno 4 A: não

Turno 147 Professor: porque não?

Turno 148 Aluno 4 A: porque sim

Turno 149 Professor: pode falar, preciso que vocês falem

Turno 150 Professor: oh, a terra vai girar em torno dela mesma, olha o que eu coloquei ai, dia e noite. É algo que repete em intervalo de tempo aproximadamente igual?

Turno 151 Professor: seis da manhã amanhece, ai vai passar um tempo, oh vai passar o dia a noite e depois amanhece de novo, não é, repete em intervalo aproximadamente igual?

Turno 152 Aluno 4 A: sim

Turno 153 Professor: então o movimento da terra, a rotação dela, acontece de quanto em quanto tempo?

Turno 154 Aluno 3 A: de 12 em 12

Turno 155 Professor: seis da manhã amanhece, ai vai passar o dia e a noite, e vai amanhecer no mesmo horário, então se passou quanto tempo?

Turno 156 Turma: 24 horas

Turno 157 Professor: então a cada 24 horas amanhece, não é isso?

Turno 158 Turma: sim

Turno 159 Professor: ciclo menstrual, as meninas ai, ele repete em intervalo aproximadamente igual?

Turno 160 Aluna 1 B: sim

Turno 161 Turma: sim

Turno 162 Aluna 5 A: e se for irregular?

Turno 163 Professor: vamos considerar que seja regular, por que tem meninas que é irregular né.

Turno 164 Professor: então o ciclo menstrual repete ou não repete?

Turno 165 Aluna 5 A: repete

Turno 166 Aluna S A: o meu é irregular

Turno 167 Professor: tem caso que é irregular, mais o regular acontece de quanto em quanto tempo?

Turno 168 Aluna 1 B: de 28 em 28 dias

Turno 169 Professor: de 28 em 28 dias aproximadamente.

Turno 170 Professor: então o ciclo menstrual acontece de quanto em quanto tempo sendo regular ?

Turno 171 Turma: 28 em 28 dias

Turno 172 Professor: Maré alta e Maré baixa, alguém ficou em dúvida?

Turno 173 Professor: acontece de quanto em quanto tempo? repete sim ou não?

Turno 174 Turma: sim

Turno 175 Professor: Maré alta e Maré baixa acontece de quanto em quanto tempo?

Turno 176 Aluno 2 A: de 6 em 6 horas

Turno 177 Professor: isso

Turno 178 Professor: a entrega de cartas pelo carteiro, repete em intervalo de tempo aproximadamente igual?

Turno 179 Turma: não

Turno 180 Professor: férias escolares?

Turno 181 Turma: sim

Turno 182 Professor: acontece**....**

Turno 183 Aluna 1 B: todo ano

Turno 184 Professor: isso, de quanto em quanto meses?

Turno 185 Aluna S C: em seis

T 186 Professor: em seis? Se tu tirar férias agora em julho,a próxima férias vai ser em...

T 187 Aluna 1 B: ano que vem

T 188 Professor: ano que vem, que se passa um**....**

T 189 Turma: 1 ano

T 190 Professor: ou ?

T 191 Aluna 1 B: 12 meses

T 192 Professor: isso, 12 meses

T 193 Professor: O valor da conta de energia?

T 194 Aluna 1 A: não

Turno 195 Professor: A ocorrência de chuva no dia a dia?

Turno 196 Turma: não

Turno 197 Professor: isso, não repete em intervalo de tempo aproximadamente igual

Turno 198 Professor: As 4 estações do ano? Coloquei ai oh, verão, inverno, outono e primavera.

Turno 199 Professor: a aluna 1B ficou em dúvida. É só pensar no verão, quando é nosso verão aqui, é geralmente quando?

Turno 200 Turma: em julho

Turno 201 Professor: em julho né.

Turno 202 Professor: então o próximo verão vai acontecer em...

Turno 203 Turma: julho

Turno 204 Professor: isso, então repete em intervalo de tempo aproximadamente igual.

Turno 205 Professor: a segunda atividade aí. Dentre os fenômenos observados na tabela há aqueles possuem um mesmo intervalo de tempo para realizar-se? Cite exemplos com base na tabela.

Turno 206 Professor: então, quais vocês vão ter que colocar?

Turno 207 Aluna 1 A e 1B juntas: seu aniversário, batimento cardíaco.

Turno 208 Aluna 1 B: passagem do cometa, movimento de translação, ponteiro do relógio.

Turno 209 Professor: vai pode falar.

Turno 210 Aluna 1 A: ciclo menstrual, férias escolares

Turno 211 Professor: tem mais um? E o da terra? Tem?

Turno 212 Aluna 1 A: tem

Turno 213 Professor: Qual?

Turno 214 Aluna 1 A: rotação

Turno 215 Professor: isso, rotação

Turno 216 Professor: bom, o que vocês acabaram de fazer aqui galera, é o que nós chamamos de fenômeno periódico tá, então vou formalizar para vocês o que vocês estão pensando.

Turno 217 Professor: Um fenômeno periódico é um fenômeno que mantem um padrão de repetição tá, então o que vocês descobriram ai é um fenômeno periódico tá ele mantém um padrão de repetição, ele sempre vai manter o mesmo padrão repetição tá.

Nesse segmento é predominante a abordagem interativa/de autoridade e ainda noto um padrão de interação I-R-P-R.

No turno 98 a aluna 1B faz uma pergunta confirmatória sobre o que é para fazer na segunda atividade e em seguida o professor faz uma pergunta para sabe se a turma toda ainda tinha alguma dúvida da primeira atividade (turno 99), já que a segunda atividade estar ligada a primeira, com isso no turno 100 a turma toda responde que não tem dúvida nos fenômenos descritos no quadro da primeira atividade.

A interação que ocorre nos turnos de 101 até 108 entre professor e as alunas 1B, 1A e SA analisamos em suas perguntas que estão um pouco inseguras para fazer a segunda atividade, diante disso o docente demonstra preocupação e no turno 109 o professor informa a turma que vai fazer uma espece de revisão dos fenômenos da primeira questão, com o intuito de certifica-se que a turma toda não possui mais dúvidas, até porque alguns alunos não fizeram nenhuma pergunta apenas ficaram calados fazendo a atividade.

Iniciando uma retomada dos fenômenos do quadro da primeira atividade nos turnos de 110 a 120 o professor faz pergunta relacionado aos fenômenos aniversario, batimento cardíaco e a passagem do cometa Harlley se eles se repetem em intervalo de tempo aproximadamente igual, diante disso a turma toda responde corretamente conforme o turno 111 e 116, ainda temos nos turnos 114 e 119 o aluno 2B respondendo corretamente um pouco mais além do exigido na questão, sobre o período de ocorrência do batimento cardíaco e passagem do cometa harlley.

Quando os alunos estavam desenvolvendo a primeira atividade o fenômeno relacionado com o movimento de translação da terra nenhum aluno perguntou com dúvida, provavelmente ficou com vergonha de pergunta ou realmente não conseguiu fazer uma relação se esse fenômeno repete em intervalo de tempo aproximadamente igual, com isso no turno 121 quando o professor pergunta sobre o movimento de translação a aluna 1B responde incorretamente como mostra o turno 122.

No turno 123 o professor provoca a aluna a responder o porquê do fenômeno de translação da terra não se repete em intervalo de tempo aproximadamente igual como dito pela aluna 1B no turno 122, isso foi uma forma do professor fazer a aluna 1B refletir um pouco mais, o que acontece positivamente, pois no turno 125 a aluna 1B responde parcialmente ainda com um pouco de insegurança, e diante disso no turno 126 o professor elabora e propõe uma pergunta para a aluna 1B pensar um pouco para elaborar melhor sua resposta, com isso a aluna 2A responde corretamente(turno127) o que podemos inferir que a aluna 2A estava prestando atenção na interação entre professor e aluna 1B por possui alguma dúvida com o fenômeno do movimento de translação da terra e em seguida no turno 128 o professor dar um feedback positivo e pergunta olhando para aluna 1B que responde corretamente (turnos 129 e130).

Superado a dúvida relacionada com o movimento de translação da terra, no turno 133 o professor pergunta sobre o ponteiro dos segundos do relógio, que é respondido corretamente no turno134 pelo aluno 2B e para ter certeza que nenhum aluno ainda tinha dúvida sobre o a situação envolvendo o ponteiro do relógio, o professor insiste em perguntar se os discentes ainda possuíam duvidas conforme o turno 135 e 136.

Depois de certa insistência a aluna 1A indica que a colega 1B não havia entendido, como descrito no turno 137, com isso no turno 139 o professor faz uma pergunta de forma a conduzir a aluna 1B a refletir um pouco mais e diante disso no turno 140 a aluna 1B responde corretamente e em seguida o professor no turno 141 faz uma pergunta confirmatória e é respondida corretamente pela aluna 1B conforme mostra o turno 142.

Percebemos que após a aluna 1B sanar suas dúvidas entendemos em nossa analise que ela compreendeu os fenômenos que repetem em intervalo de tempo aproximadamente igual, pois no turno 144 ela responde corretamente à pergunta feita pelo professor no turno 143 relacionado com o fenômeno de rotação da terra.

Notamos ainda sobre o fenômeno relacionado com a rotação da terra que alunos que até o momento não tinham se pronunciado, como o aluno 4A, que responde incorretamente como mostra o turno 146 em relação a pergunta do professor no turno 143 se a rotação da terra repete em intervalo de tempo aproximadamente igual, diante disso nos turnos 147,150 e 151 o professor faz perguntas para o aluno 4A de forma conduzir o discente a uma reflexão sobre a rotação da terra e no turno 152 temos uma resposta positiva de que o aluno 4A havia entendido, e em seguida no turno 153 o professor faz uma pergunta confirmatória para saber se realmente o aluno entendeu o fenômeno e deparamos com uma resposta errada do aluno 3A conforme o turno 154.

Entendemos que a resposta errada do aluno 3A mostrado no turno 154 foi por falta de atenção do aluno, diante desse entendimento o professor no turno 155 faz a mesma pergunta feita no turno 151 para ajudar o aluno 3A a pensar um pouco mais sobre sua resposta dada, e assim temos uma reposta correta da turma toda sobre a rotação da terra conforme o turno 156 e concluímos que o aluno 3A compreendeu sobre a rotação da terra.

Nos turnos de 159 a 179 temos uma interação intensa de perguntas e respostas feitas pelo professor e respondidas corretamente pela turma, sendo que as perguntas feitas estavam relacionadas com os fenômenos, ciclo menstrual, maré alta e baixa, e a entrega de cartas pelo carteiro.

Depois de um ritmo de perguntas e respostas corretas ser interrompido, pois no turno 185 a aluna SC dar uma reposta errada sobre a pergunta feita pelo professor no turno 180 sobre as férias escolares, em nossa analise a aluna por uma falta de atenção deu essa reposta errada, pois antes da usa resposta a turma já tinha dado uma reposta correta como mostra o turno 181, e em seguida o professor conduz uma interação que permitisse a aluna SC entender melhor e pudesse sanar suas dúvidas como podemos conferir nos turnos de 186 a 192.

Já com as situações envolvendo o valor da conta de energia e a ocorrência de chuva no dia a dia, temos uma interação nos turnos de 193 a 197, no qual temos perguntas feitas pelo professor no turno 193 seguido de uma resposta correta da aluna 1A no turno 194 que acabou falando pela turma toda e mantendo esse ritmo, no turno 195 com a pergunta elaborada pelo professor seguido da reposta correta dado pela turma e um feedback positivo do professor conforme o turno 196 e 197 respectivamente, acreditamos que os discentes já sabiam reconhecer os fenômenos que não se repetem em intervalos de tempo aproximadamente igual.

No turno 198 o professor pergunta para a turma sobre as 4 estações do ano e nota que a aluna 1B estava com dúvida e elabora uma pergunta para que ela pudesse entender conforme descrito no turno 199 e respondido corretamente pela turma (turno 200) e em seguida nos turnos 201, 202 e 203 temos apenas feedbacks positivos com a intenção de conduzir para que a aluna 1B pudesse entender, e diante dessa interação do professor com a turma, acreditamos que aluna superou suas dúvidas.

Por fim, feita toda essa interação sobre os fenômenos descritos na primeira atividade, com isso o professor faz a leitura da segunda atividade e pede para os alunos desenvolverem(turnos 205 e 206), e assim notamos que toda essa interação para sanar as dúvidas dos alunos surtiu um efeito positivo, pois nos turnos 207, 208, 210, 212 e 214 temos resposta corretas relacionados com a segunda atividade, portanto nos turnos 216 e 217 o professor formaliza o que eles acabaram de descobrir que são os fenômenos periódicos.

Quadro 12:Resumo da análise microgenética do segmento 4

Intenções do Professor	Fazer o aluno citar os fenômenos que repetem em intervalo de tempo aproximadamente igual para assim formalizar o conhecimento	
Conteúdo	Fenômeno Periódico	
Abordagem Predominante	Interativa/de autoridade	
Padrões de Interações	I-R-P-R	
Relação Dialética	Formas de Intervenções (Professor)	Comportamentos e atitudes (Aluno)
	Faz uma leitura da atividade. **Turno 101 Professor:** Na segunda, dentre os fenômenos observados na tabela há aqueles que possuem o mesmo intervalo de tempo para realiza-se? Cite exemplo com base na tabela.	*Responde com dúvida.* **Turno 102 Aluna 1 B:** não entendi
	Faz uma Pergunta para o aluno refletir. **Turno 103 Professor:** o que tu marcou que se repete em intervalo de tempo?, pode colocar ai.	*Faz uma pergunta confirmatória.* **Turno 104 Aluna S A:** é para colocar todos que marquei sim?
	Dar um Feedback positivo **Turno 105 Professor:** sim	*Faz uma pergunta confirmatória* **Turno 106 Aluna 1 A:** esse aqui, o movimento de translação é aquele que a terra realiza ao

		redor do sol, posso escrever só movimento de translação?
	Faz uma pergunta confirmatória **Turno 110 Professor:** o teu aniversario ele repete em intervalo de tempo aproximadamente igual?	*Responde corretamente* **Turno 111 Turma:** sim
Indício de Aprendizagem	O 1º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 104 e 107 O 2º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 111, 114, 116 e 119. O 3º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 124, 127 e 130. O 4º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 140, 142, 144, 152,154,156 e 158. O 5º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 160, 161,165,168 e 171. O 6º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 174 e 176. O 7º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 179,181,183,185,187,189,191,194,196,200,207,208,210 e 214.	

Fonte: Adaptado de Gama (2020)

5.2.2. Análise microgenética da UARC 2

EPISÓDIO 2

SEGMENTO 1: TURNOS 239-275

Nesse momento já foi formalizado o conhecimento de fenômenos periódicos para os alunos no episódio 1, diante disso o professor/pesquisador inicia a Uarc 2 com fenômenos periódicos trabalhados na Uarc 1 com a intenção do aluno perceber o intervalo de repetição dos fenômenos.

Turno 239 Professor: Segunda Uarc aí, dar uma olhada, uma lida, podem ler qualquer dúvida perguntem.

Turno 240 Aluna 1 A: Ele quer o intervalo de repetição, seu aniversário é 1 ano?

Turno 241 Professor: Isso, seu aniversário qual o intervalo de repetição dele?

Turno 242 Aluno 3A: 12 meses

Turno 243 Professor: isso

Turno 244 Aluna SA: aí coloca 12 meses?

Turno 245 Professor: isso, coloca 12 meses

Turno 246 Aluno 3B: 3A pergunta para o professor

Turno 247 Professor: pode perguntar.

Turno 248 Aluno 3A: O ponteiro do relógio é 60 segundos?

Turno 249 Professor: isso

Turno 250 Aluna SA: o cometa?

Turno 251 Professor: O cometa ele se repete de.....

Turno 252 Aluna SA: 75 anos

Turno 253 Professor: Isso, 75 em 75 anos.

Turno 254 Professor: e aí galera? Alguma dúvida?

Turno 255 Turma: Não

Turno 256 Aluna 1A: de 75 em 75 anos o cometa?

Turno 257 Professor: isso mesmo que você falou

Turno 258 Aluna 1A: o movimento de translação da terra é 365?

Turno 259 Professor: isso 365

Turno 260 Aluna SA: Dias?

Turno 261 Professor: isso, dias

Turno 262 Professor: ta, vamos la?

Turno 263 Professor: O aniversário, qual o intervalo de repetição?

Turno 264 Turma: 12 meses

Turno 265 Professor: 12 meses, né.

Turno 266 Professor: Férias escolares?

Turno 267 Turma: 12 meses

Turno 268 Professor: O ponteiro dos segundos de um relógio?

Turno 269 Turma: 60 segundos

Turno 270 Professor: Passagem do cometa Harlley?

Turno 271 Turma: de 75 em 75 anos

Turno 272 Professor: isso

Turno 273 Professor: O movimento de translação?

Turno 274 Turma: 365 dias

Turno 275 Professor: isso, 365 dias

Nesse segmento temos uma abordagem interativa/de autoridade e ainda notamos um padrão de interação I-R-F-P-R...

Ao iniciar a Uarc 2 com o fenômeno periódico que é o aniversário, o professor/pesquisador teve a intenção de fazer o aluno refletir e perceber o intervalo de repetição que o aniversário ocorre, e essa intenção é alcançada quando nos turnos 240,248 e 258 os alunos fazem apenas perguntas para confirmar o que já sabem, e o professor dar um feedback positivo nos turnos 243,249 e 259.

Para ter certeza que a turma toda conseguiu desenvolver a atividade e que nem um aluno possuía dúvida sobre a atividade o professor conduziu perguntas conforme os turnos 263, 266,268,270 e 273 sobre o intervalo de repetição dos fenômenos ao qual a turma responde corretamente nos turnos 264, 267,269,271 e 274.

Diante disso o professor/pesquisador sempre dar um feedback positivo para a turma, para que os alunos possam sentir mais confiança nas percepções que eles estão observando sobre o intervalo de repetição dos fenômenos periódicos, que foi alcançado de forma satisfatória, pois os alunos apenas fizeram perguntas confirmatórias do que já tinham percebido de forma correta.

Quadro 13:Resumo da análise microgenética do segmento 1

<table>
<tr><td>Intenções do Professor</td><td colspan="2">Fazer o aluno perceber o intervalo de repetição dos fenômenos periódicos</td></tr>
<tr><td>Conteúdo</td><td colspan="2">Período</td></tr>
<tr><td>Abordagem Predominante</td><td colspan="2">Interativa/de autoridade</td></tr>
<tr><td>Padrões de Interações</td><td colspan="2">I-R-P-F-R.....</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Relação Dialética</td><td>Formas de Intervenções (Professor)</td><td>Comportamentos e atitudes (Aluno)</td></tr>
<tr><td>Inicia com um comando
Turno 239 Professor: Segunda Uarc aí, dar uma olhada, uma lida, podem ler qualquer dúvida perguntem.</td><td>Pergunta confirmatória
Turno 240 Aluna 1 A: Ele quer o intervalo de repetição, seu aniversário é 1 ano?</td></tr>
<tr><td>Dar um Feedback positivo e faz uma pergunta.
Turno 241 Professor: Isso, seu aniversário qual o intervalo de repetição dele?</td><td>Responde corretamente e em seguida faz uma Pergunta confirmatória
Turno 242 Aluno 3A: 12 meses
Turno 244 Aluna SA: aí coloca 12 meses?</td></tr>
<tr><td>Dar um Feedback positivo
Turno 243 Professor: isso
Turno 245 Professor: isso, coloca 12 meses</td><td>Pergunta confirmatória.
Turno 250 Aluna SA: o cometa?</td></tr>
<tr><td>Pergunta confirmatória.
Turno 251 Professor: O cometa ele se repete de...</td><td>Responde corretamente
Turno 252 Aluna SA: 75 anos</td></tr>
<tr><td>Indício de Aprendizagem</td><td colspan="2">O 1º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 242 e 248.
O 2º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 252 e 258.
O 3º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 264, 267, 269, 271 e 274.</td></tr>
</table>

Fonte: Adaptado de Gama (2020)

SEGMENTO 2: TURNOS 276-337

Nesse segmento 2 temos a segunda e a terceira atividade da Uarc 2, aqui o aluno precisa analisar o eixo relacionado com o tempo no gráfico de um determinado fenômeno periódico.

Turno 276 Professor: então vamos lá, dar uma lida no gráfico, qualquer coisa pergunte.

Turno 277 Professor: Alguma dúvida no gráfico?

Turno 278 Aluna 1 A: Não entendi, o que quer dizer a cada lado do quadrado?

Turno 279 Professor: Esse cada lado do quadrado?

Turno 280 Aluna 1 A: isso

Turno 281 Professor: Olha, analisando o gráfico no eixo referente ao tempo, quanto vale a distância entre cada lado do quadrado?

Turno 282 Professor: Olha o tempo aí, 1hora, aí tem uma linha no meio né?

Turno 283 Aluna 1A: Isso

Turno 284 Professor: O próximo horário ai 1hora e 10, ai tem uma linha no meio né, qual o próximo horário?

Turno 285 Turma: 1hora e 20 minutos

Turno 286 Professor: O que dar para entender disso ai, que entre 1hora e 1h:10, seria qual horário?

Turno 287 Aluno 2 A: 1hora e 5minutos

Turno 288 Professor: Isso, 1h:5min

Turno 289 Professor: então, a distância do quadrado é o que, quantos minutos?

Turno 290 Turma: 5minutos

Turno 291 Professor: isso, cinco minutos

Turno 292 Professor: Deu para entender? Alguém ficou em dúvida?

Turno 293 Aluna SA: Eu não entendi.

Turno 294 Professor: tá, vamos lá no gráfico

Turno 295 Professor: tem que olhar o gráfico, ele quer a distância em cada lado do quadrado

Turno 296 Aluna 1B: a tá

Turno 297 Professor: Olha aí, analisa aí, se o primeiro horário é 1hora, exatamente no meio tem uma linha né?

Turno 298 Aluna 1B: sim

Turno 299 Professor: Ai o próximo horário é 1h:10mim, ai no meio tem uma linha, qual o próximo horário?

Turno 300 Aluna 1B: 1h:20mim

Turno 301 Professor: isso, 1h:20mim.

Turno 302 Professor: O que você entende com isso? Qual o horário que tá entre 1hora e 1h:10mim?

Turno 303 Aluna SA: 1hora e cinco minutos.

Turno 304 Professor: isso.

Turno 305 Professor: então, a distância em cada lado do quadrado?

Turno 306 Professor: é quantos minutos?

Turno 307 Aluna 1B e SA: 5 minutos

Turno 308 Professor: isso aí.

Turno 309 Professor: O próximo, agora complete o quadro identificando o horário localizado entre.... Olha o tempo aí.

Turno 310 Professor: entre 1hora e 1h:10min, qual o horário? Deu para entender o quadro?

Turno 311 Turma: sim

Turno 312 Professor: Então podem completar, qualquer dúvida só falar.

Turno 313 Aluna SA: o que é para fazer mesmo, aqui nessa do quadro?

Turno 314 Professor: Qual o horário que tá entre 1hora e 1h:10min?

Turno 315 Aluna SA: 1hora e cinco minutos

Turno 316 Professor: isso

Turno 317 Aluna SA: então é só para colocar o horário?

Turno 318 Professor: isso.

Turno 319 Professor: ok, já terminaram esse quadro?

Turno 320 Turma: sim

Turno 321 Professor: Qual o tempo que tá entre 1hora e 1:10min?

Turno 322 Turma: 1hora e 5mim

Turno 323 Professor: isso,1hora e 5min.

Turno 324 Professor: Qual o horário que tá entre 1:10min e 1:20min?

Turno 325 Turma: 1hora e 15min.

Turno 326 Professor: isso

Turno 327 Professor: Qual o horário entre 1:20min e 1:30min?

Turno 328 Turma: 1hora e 25mim

Turno 329 Professor: Qual o horário entre 1:30min e 1:40min?

Turno 330 Turma: 1hora e 35mim.

Turno 331 Professor: isso.

Turno 332 Professor: Qual o horário entre 1:40min e 1:50min?

Turno 333 Turma: 1hora e 45min.

Turno 334 Professor: isso

Turno 335 Professor: Qual o horário entre 1:50min e 2horas?

Turno 336 Turma: 1hora e 55 min

Turno 337 Professor: isso

Nesse segmento temos uma abordagem interativa/de autoridade e ainda notamos um padrão de interação I-P-R-P-R.

Os alunos tiveram dúvidas no que seria cada quadrado do gráfico, o que pode ser uma insegurança na leitura de gráfico cartesiano, sendo que no turno 278 a aluna 1A tem dúvida sobre o que seria cada quadrado do gráfico, que em seguida o professor/pesquisador nos turnos 282 e 284 faz perguntas que conduzem o aluno a refletir e entender o gráfico cartesiano em questão, o que é respondido de forma satisfatória pela turma toda no turno 285, e notamos que a turma toda conseguiu entender como estava organizado o eixo do tempo no gráfico, pois no turno 290 a turma toda responde corretamente a pergunta feita pelo professor/pesquisador no turno 289 sobre a distância em minutos de cada lado no gráfico, que é a pergunta da atividade 2.

Com toda dinâmica de perguntas e respostas que ocorreram nos turnos 278 até o 290, ainda tinha aluno que não havia entendido a pergunta da segunda atividade conforme o turno 293, sendo assim o professor/pesquisador conduziu de uma outra forma perguntas que pudesse conduzir a aluna a entender a situação conforme os turnos 294 até 303 sendo assim superado as dificuldades.

Ao perceber que a turma toda já havia entendido o gráfico cartesiano e respondido corretamente a pergunta da atividade 2, o professor/pesquisador dá o comando para os alunos resolverem a próxima atividade conforme o turno 309, sendo que essa terceira atividade os alunos já tiveram bastante facilidade, pois eles haviam entendido na atividade anterior como está organizado o eixo do tempo, como prova disso nos turnos 321 até 337 com as perguntas do professor/pesquisador sobre os horários dados para serem completados na atividade 3, sendo em seguida respondida corretamente pela turma toda, o que mostra de forma satisfatória que a turma entendeu o gráfico cartesiano.

Quadro 14:Resumo da análise microgenética do segmento 2

Intenções do Professor	Fazer o aluno entender como o gráfico está organizado no eixo relacionado ao tempo	
Conteúdo	Período	
Abordagem Predominante	Interativa/de autoridade	
Padrões de Interações	I-P-R-P-R.....	
Relação Dialética	Formas de Intervenções (Professor)	Comportamentos e atitudes (Aluno)
	Inicia com uma Pergunta **Turno 277 Professor**: Alguma dúvida no gráfico?	*Pergunta com uma dúvida.* **Turno 278 Aluna 1 A**: Não entendi, o que quer dizer a cada lado do quadrado?
	Faz uma Pergunta **Turno 282 Professor:** Olha o tempo aí, 1hora, aí tem uma linha no meio né?	*Responde corretamente* **Turno 283 Aluna 1A:** Isso
	Faz uma Pergunta para o aluno refletir. **Turno 284 Professor:** O próximo horário ai 1hora e 10, ai tem uma linha no meio né, qual o próximo horário?	*Responde corretamente* **Turno 285 Turma:** 1hora e 20 minutos
	Faz uma Pergunta confirmatória. **Turno 286 Professor:** O que dar para entender disso ai, que entre 1hora e 1h:10, seria qual horário?	*Responde corretamente* **Turno 287 Aluno 2 A:** 1hora e 5minutos
Indício de Aprendizagem	O 1º indicio de aprendizagem ocorre nos turnos 285,287 e 290. O 2º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 300,303,307,315 e 317.	

	O 3º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 322,325,328,330,333 e 336.

Fonte: Adaptado de Gama (2020)

SEGMENTO 3: TURNOS 338-413

Nesse segmento temos a quarta, quinta, sexta e sétima atividade da Uarc 2, aqui o aluno precisa observar o tempo em que a temperatura se repete.

Turno 338 Professor: beleza, vamos lá, próximo quadro.

Turno 339 Professor: Identifique a temperatura no horário descrito.

Turno 340 Professor: olhem no gráfico a temperatura.

Turno 341 Professor: alguma dúvida ai galera nesse?

Turno 342 Turma: não

Turno 343 Professor: Qual a temperatura 1hora?

Turno 344 Turma: menos 3

Turno 345 Professor: Qual a temperatura 1:25min?

Turno 346 Turma: menos 3

Turno 347 Professor: Qual a temperatura 1:50min?

Turno 348 Turma: menos 3

Turno 349 Professor: O que vocês estão percebendo ai?

Turno 350 Aluno SB: é periódico.

Turno 351 Professor: isso, é periódico.

Turno 352 Professor: se é periódico é porque tá ocorrendo uma**...**

Turno 353 Turma: repetição.

Turno 354 Professor: isso, tá tendo uma repetição

Turno 355 Professor: então tá, virem a atividade.

Turno 356 Professor: O que você observa em relação ao comportamento do gráfico entre os horários descritos?

Turno 357 Professor: olhem a tabela.

Turno 358 Aluno 2A: uma repetição?

Turno 359 Professor: isso.

Turno 360 Professor: então temos um fenômeno que é o que?

Turno 361 Aluna 1B: fenômeno periódico

Turno 362 Professor: isso mesmo.

Turno 363 Professor: vamos lá galera, olhem para a questão ai.

Turno 364 Professor: Você consegue perceber alguma outra repetição envolvendo tempo e temperatura?

Turno 365 Professor: olhem o gráfico lá, entre tempo e temperatura.

Turno 366 Aluno 2A: vai ser a mesma coisa.

Turno 367 Professor: isso, o que mais podemos perceber?

Turno 368 Aluna 1A: 1:20mim e 1: 45mim?

Turno 369 Professor: Qual a temperatura?

Turno 370 Aluna 1A: dois.

Turno 371 Professor: isso mesmo.

Turno 372 Professor: tudo certo pessoal?

Turno 373 Turma: sim

Turno 374 Professor: mais algum outro padrão de repetição lá no gráfico?

Turno 375 Aluna 1B: é para escrever?

Turno 376 Professor: isso, ai você escreve o tempo e a temperatura que ta se repetindo.

Turno 377 Professor: 1:20mim qual a temperatura?

Turno 378 Turma: dois.

Turno 379 Professor: isso

Turno 380 Professor: Qual outro horário que vai ter temperatura dois?

Turno 381 Aluna 1A: 1:45 mim

Turno 382 Professor: não entendi, qual o horário?

Turno 383 Turma: 1: 45min

Turno 384 Professor: isso, 1:45min.

Turno 385 Professor: vamos lá

Turno 386 Professor: de quanto em quanto tempo o comportamento do gráfico se repete?

Turno 387 Professor: vamos lá, podem fazer, qualquer dúvida fale.

Turno 388 Professor: olhem todas as perguntas aí.

Turno 389 Aluna SA: 25minutos?

Turno 390 Aluna 1B: porque 25 minutos?

Turno 391 Professor: olha o gráfico e a tabela com a temperatura

Turno 392 Professor: a temperatura lá menos 3. Qual o primeiro horário lá?

Turno 393 Professor: olha no terceiro quadro. (aponta o terceiro quadro para aluna 1B).

Turno 394 Professor: 1hora qual a temperatura?

Turno 395 aluna 1B: menos 3

Turno 396 Professor: qual o próximo horário?

Turno 397 Aluna 1B: 1hora e 25 minutos

Turno 398 Professor: e o próximo horário?

Turno 399 Aluna 1B: 1hora e 50 minutos

Turno 400 Professor: esse menos 3, ele se repete de quanto em quanto tempo?

Turno 401 Aluna 1B e Turma: de 25 em 25 minutos

Turno 402 Professor: isso

Turno 403 Professor: qual o primeiro horário que a temperatura é 2?

Turno 404 Turma: 1: 20mim.

Turno 405 Professor: isso, qual o próximo horário?

Turno 406 Turma: 1:45 min.

Turno 407 Professor: isso, então essa temperatura se repetiu de quanto em quanto tempo?

Turno 408 Turma: 25 minutos

Turno 409 Professor: alguma dúvida, sobre de quanto em quanto tempo o comportamento do gráfico se repete?

Turno 410 Turma: não

Turno 411 Professor: então tá ok.

Turno 412 Professor: vamos formalizar aqui o que vocês descobriram, o que é esse 25.

Turno 413 Professor: Em um fenômeno periódico, o intervalo requerido para se completar um ciclo é chamado de período. Em matemática considera-se período como o menor valor para completar o ciclo de repetição.

Nesse segmento temos uma abordagem interativa/de autoridade e ainda notamos um padrão de interação I-P-R-P-R.

Na quarta atividade da Uarc 2 no qual os alunos tinham que verificar no gráfico a temperatura para cada tempo descrito na tabela da quarta atividade, concluo que os alunos entenderam o comportamento do gráfico, pois nos turnos de 341 até 348 a turma toda respondeu corretamente a temperatura de -3 nos horários de 1:00; 1:25 e 1:50, sendo assim perceberam também que o gráfico possui um repetição conforme os turnos 349 até 354 sendo assim possível concluir que os alunos entenderam o comportamento do gráfico que é periódico.

Importante destacar que os alunos ao perceberam a repetição do gráfico, afirmaram que o gráfico representava um fenômeno periódico conforme o turno 361 e assim conseguiram perceber no gráfico outro momento que ocorre repetição, os alunos perceberam que nos horários de 1:20min e 1:45min a temperatura é 2, conforme os turnos de 364 até 383.

Com a intenção de formalizar o conhecimento de período para os alunos, o professor/pesquisador pergunta para os alunos de quanto em quanto tempo o comportamento do gráfico se repete (turno 385), que no turno 388 a aluna já sabia a resposta correta mais fez uma pergunta confirmatória para saber se o tempo de repetição era 25 minutos.

No turno 389 a aluna 1B indaga porque é 25, acreditamos que foi apenas um momento de insegurança e de ainda não ter feito a análise das perguntas anteriores já feita pela a estudante, pois nos turnos de 390 até 400 o professor/pesquisador conduziu a estudante a analisar o que ela tinha respondido nas atividades anteriores com perguntas e respostas corretas dada pela aluna, o que de forma satisfatória a aluna 1B junto com a turma toda respondeu corretamente que o comportamento do gráfico se repete a cada 25 minutos.

O professor/pesquisador para ter certeza que todos os alunos conseguiram compreender que o comportamento do gráfico se repetia a cada 25 minutos, o professor conduziu perguntas sobre qual seria o horário que a temperatura era 2, sendo respondido corretamente por toda a turma, como podemos observar nos turnos de 402 até 405, diante disso para formalizar o conhecimento sobre período (turno 412) o professor/pesquisador faz a pergunta chave(turno 406) que é respondida corretamente por toda a turma(turno 407).

Quadro 15:Resumo da análise microgenética do segmento 3

Intenções do Professor	Fazer o aluno entender de quanto em quanto tempo o gráfico mantem o mesmo comportamento para formalizar o conhecimento de período.	
Conteúdo	Período	
Abordagem Predominante	Interativa/de autoridade	
Padrões de Interações	I-P-R-P-R.....	
Relação Dialética	Formas de Intervenções (Professor)	Comportamentos e atitudes (Aluno)
	Inicia com uma Pergunta **Turno 341 Professor:** alguma dúvida ai galera nesse?	*Resposta* **Turno 342 Turma:** não
	Faz uma Pergunta **Turno 343 Professor:** Qual a temperatura 1hora?	*Responde corretamente* **Turno 344 Turma:** menos 3
	Faz uma Pergunta **Turno 345 Professor:** Qual a temperatura 1:25min?	*Responde corretamente* **Turno 346 Turma:** menos 3
	Faz uma Pergunta **Turno 347 Professor:** Qual a temperatura 1:50min?	*Responde corretamente* **Turno 348 Turma:** menos 3
Indício de Aprendizagem	O 1º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 344,346,348,350 e 353. O 2º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 358,361,366,370,378,381 e 383. O 3º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 389,395,397,399,401,404,406 e 408.	

Fonte: Adaptado de Gama (2020)

5.2.3. Análise microgenética da UARC 3

EPISÓDIO 3

SEGMENTO 1: TURNOS 423-437

Nesse segmento 1 do episódio 3 da Uarc 3 iniciamos com uma função periódica e a primeira pergunta é sobre o período que já é de conhecimentos dos alunos e que foi formalizado pelo professor/pesquisador no episódio 2.

Turno 423 Professor: Agora vamos iniciar a Uarc 3

Turno 424 Professor: então vamos lá, vamos começar com algo que você aprendeu na Uarc 2, que é a ideia de período.

Turno 425 Professor: olha o que ele fala.

Turno 426 Professor: analise o quadro a seguir que descreve uma função f(t) em t, ai você vai completar ela, vamos lá tentem completar.

Turno 427 Professor: o t é em cima e o f(t) é em baixo.

Turno 428 Aluna 1B: o que ele quer dizer como o valor de f(20)?

Turno 429 Professor: quando o tempo é 20, o t é o tempo e f(t) é a função, nesse f(t) se tu colocares no lugar do t o 20, qual o valor tu vais encontrar?

Turno 429 Professor: olha na tabela

Turno 430 aluna 1B: 1,8

Turno 431 Professor: isso, 1,8.

Turno 432 Professor: então por exemplo, o próximo determine o valor de f(45), qual o valor?

Turno 433 Turma: 1,8

Turno 434 Professor: isso, então podem continuar.

Turno 435 Professor: qual o período?

Turno 436 Aluna 1B: 25

Turno 437 Professor: isso mesmo 25 o período, podem continuar

Nesse segmento temos uma abordagem interativa/de autoridade e os indivíduos envolvidos interagem com um padrão I-P-R-P-R.

Os alunos conseguiram de forma satisfatória identificar o período relacionado com a função periódica e completar o quadro da primeira atividade da Uarc 3, sendo assim importante destacar que os alunos tinham compreendido a atividade, mas sentiram insegurança.

O que mostra isso é o turno 428 com uma pergunta sobre o valor numérico do f(20) e que é explicado o quadro e em seguida feito uma pergunta pelo professor/pesquisador que conduz o estudante a analisar o quadro com os valores (turno 429), sendo a pergunta respondida de forma correta pelo aluno.

No turno 432 o professor/pesquisador faz uma pergunta apenas para confirma se o aluno havia entendido e que foi respondido pela turma toda corretamente, sendo assim concluo que a turma toda estava atenta com a interação entre professor/pesquisador e aluno.

Como não teve perguntas sobre os valores relacionado com o tempo no quadro para completar o quadro da primeira atividade e que o período foi encontrado facilmente (turno 436), concluo que a turma conseguiu compreender de forma satisfatória o período e o comportamento da função periódica no quadro da primeira atividade da Uarc 3.

Quadro 16:Resumo da análise microgenética do segmento 1

<table>
<tr><td>Intenções do Professor</td><td colspan="2">Fazer o aluno compreender o comportamento de uma função periódica a partir do quadro dado com valores do tempo t e f(t) e assim identificar o período.</td></tr>
<tr><td>Conteúdo</td><td colspan="2">Conceito de Função Periódica</td></tr>
<tr><td>Abordagem Predominante</td><td colspan="2">Interativa/de autoridade</td></tr>
<tr><td>Padrões de Interações</td><td colspan="2">I-P-R-P-R.....</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Relação Dialética</td><td>Formas de Intervenções
(Professor)</td><td>Comportamentos e atitudes
(Aluno)</td></tr>
<tr><td>Inicia explicando o quadro da atividade
Turno 426 Professor: analise o quadro a seguir que descreve uma função f(t) em t, ai você vai completar ela, vamos lá tentem completar.</td><td>Pergunta com uma dúvida
Turno 428 Aluna 1B: o que ele quer dizer como o valor de f(20)?</td></tr>
<tr><td>Faz uma Pergunta para o aluno refletir
Turno 429 Professor: quando o tempo é 20, o t é o tempo e f(t) é a função, nesse f(t) se tu colocares no lugar do t o 20, qual o valor tu vais encontrar?</td><td>Responde corretamente
Turno 430 aluna 1B: 1,8</td></tr>
<tr><td>Faz uma Pergunta confirmatória.
Turno 432 Professor: então por exemplo, o próximo determine o valor de f(45), qual o valor?</td><td>Responde corretamente
Turno 433 Turma: 1,8</td></tr>
<tr><td>Faz uma Pergunta
Turno 435 Professor: qual o período?</td><td>Responde corretamente
Turno 436 Aluna 1B: 25</td></tr>
<tr><td>Indício de Aprendizagem</td><td colspan="2">O 1º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 430,433 e 436</td></tr>
</table>

Fonte: Adaptado de Gama (2020)

SEGMENTO 2: TURNOS 438-542

Nesse segmento 2 temos as atividades relacionadas com os valores numéricos da função periódica para relacionar com o período e assim formalizar o conceito de função periódica.

Turno 438 Professor: alguma dúvida?

Turno 439 Aluna 1B: o que ele quer dizer, para apresentar uma relação envolvendo f(20);f(45) e f(70).?

Turno 440 Professor: Qual a relação entre os três?

Turno 441 Aluna 1B: são iguais

Turno 442 Professor: isso.

Turno 443 Professor: mais alguma dúvida aí galera?

Turno 444 Aluna 1A: essa, de que forma podemos escrever f(45) a partir do período? Não entendi.

Turno 445 Professor: como você pode desmembrar o 45 no formato de soma?

Turno 446 Professor: pensa aí, mais nessa soma tem que tá o período.

Turno 447 Professor: como você escreveria?

Turno 448 Professor: dar uma olhada desde o período até o f(20).

Turno 449 Professor: e agora, como você escreveria o f(45)?

Turno 450 Professor: o número 45, olha para o período que é 25 e o número 20 do f(20).

Turno 451 Professor: como você desmembraria o f(45) na forma de uma soma?

Turno 452 Professor: vamos la turma, como posso pensar o 45 na forma de soma?

Turno 453 Aluno 2B: 20 mais 25

Turno 454 Professor: correto.

Turno 455 Professor: então f(45) fica como?

Turno 456 Aluno 2B: f de 20 mais 25.

Turno 457 Professor: isso, na soma entrou o período 25.

Turno 458 Aluna SA: ainda não entendi

Turno 459 Professor: como você pode escrever o f(45) de uma outra forma, sendo que nessa soma que você vai desmembrar tem que entrar o período.

Turno 460 Professor: tem que ter o período na soma.

Turno 461 Professor: por exemplo, vamos imaginar que eu tenho o 15 e o período do 15 é 5, eu posso dizer que o 15 é 10+5?

Turno 462 Professor: 10+5 é uma outra forma de escrever o 15.

Turno 463 Professor: ai tu tem que escrever o f(45) na forma de soma mais nessa soma tu tem que ter o período.

Turno 464 Professor: qual o período que você identificou?

Turno 465 Professor: é a primeira pergunta.

Turno 466 Aluna SA: 1,8?

Turno 467 Professor: não, esse ai é o f(20);f(45) e f(70).

Turno 468 Professor: o período ele ta no tempo.

Turno 469 Professor: quando o tempo é 20, o f(20) é 1,8 , qual o próximo tempo eu vou ter 1,8 de novo?

Turno 470 Aluna SA: 45

Turno 471 Professor: se passou quanto tempo para isso acontecer?

Turno 472 Aluna SA: 25

Turno 473 Professor: isso 25

Turno 474 Professor: então esse 25 é o que?

Turno 475 aluna SA: período

Turno 476 Professor: o que eu tô pedindo aqui para ti, apresente uma relação entre f(20);f(45) e f(70).

Turno 477 Professor: eles são diferentes ou iguais?

Turno 478 Aluna SA: são iguais

Turno 479 Professor: isso, iguais

Turno 480 Professor: então f(20) é igual ao f(45) que é igual f(70).

Turno 481 Professor: agora, como podemos escrever o f(45) a partir do período identificado?

Turno 482 Professor: pensa o 45 como uma soma, tu já tens o período, tem que entrar o período nessa soma.

Turno 483 Professor: quanto vale o período?

Turno 484 Aluno 3A : 25

Turno 485 Professor: falta quanto para completar 45?

Turno 486 Aluno 3A: 20

Turno 487 Professor: então podemos escrever o f(45) como?

Turno 488 Aluna SA: 20 mais 25.

Turno 489 Professor: isso, então você escreve ai f(45) como f(20+25).

Turno 490 Professor: deu para entender?

Turno 491 Aluna SA: sim

Turno 492 Professor: podem continuar fazendo a atividade.

Turno 493 Professor: na outra pergunta é a mesma ideia, como podemos escrever o f(70).

Turno 494 Aluna 1A: f de 45 mais 25?

Turno 495 Professor: isso, f(45+25).

Turno 496 Professor: beleza, tentem fazer o valor de f(25).

Turno 497 Professor: olhem a tabela.

Turno 498 Professor: conseguiu aluna SA?

Turno 499 Aluna SA: sim

Turno 500 Professor: vamos lá turma, f(25) vale quanto?

Turno 501 Turma: 1,4

Turno 502 Professor: isso, 1,4.

Turno 503 Professor: e o f(50) vale quanto?

Turno 504 Turma: 1,4

Turno 505 Professor: isso

Turno 506 Professor: e o f(75)?

Turno 507 Turma: 1,4

Turno 508 Professor: isso

Turno 509 Professor: apresente uma relação envolvendo f(25);f(50) e f(75)

Turno 510 Turma: são iguais

Turno 511 Professor: isso, são iguais.

Turno 512 Professor: de que forma podemos escrever o f(50) a partir do período identificado?

Turno 513 Professor: vamos lá, podem fazer.

Turno 514 Aluno SA: 25 mais 25

Turno 515 Professor: isso, correto.

Turno 516 Professor: o f(75) galera como ficou?

Turno 517 Aluna 1A: fica f de 50 mais 25

Turno 518 Professor: isso mesmo

Turno 519 Professor: dar uma olhada ai em uma coisa, você escreveu que o f(50) é igual a f(25+25), certo?

Turno 520 Turma: sim

Turno 521 Professor: então eu posso dizer que isso é igual ao f(25)?

Turno 522 Professor: sim ou não?

Turno 523 Professor: olha ai, eu falo para você escrever o f(50) de uma outra forma, ai você escreveu como?

Turno 524 Turma: f de 25 mais 25.

Turno 525 Professor: certo, sendo 25 o período, eu posso dizer que f(25+25) é igual ao f(25)?

Turno 526 Aluna SA: sim

Turno 527 Professor: eles são iguais?

Turno 528 Turma: sim

Turno 529 Professor: deu para entender?

Turno 530 Turma: sim

Turno 531 Professor: olhem aqui, o f(75) como você escreveu?

Turno 532 Turma: f de 50 mais 25

Turno 533 Professor: isso, agora eu posso dizer que é igual ao f(50)?

Turno 534 Aluna 1A: sim

Turno 535 Professor: isso mesmo, os valores não são todos iguais turma?

Turno 536 Turma: sim

Turno 537 Professor: então, posso dizer que o f(50+25) é igual f(50)?

Turno 538 Turma: sim

Turno 539 Professor: deu para entender?

Turno 540 Turma: sim

Turno 541 Professor: então vamos formalizar aqui o que você acabou de perceber que é o conceito de função periódica.

Turno 542 Professor: Uma função f de domínio nos reais se diz periódica se existe um real **p** não nulo, tal que **f(x+p)=f(x)**. O período da função periódica f é o menor **p** positivo que satisfaz a condição a cima.

Nesse segmento temos uma abordagem interativa/de autoridade e os indivíduos envolvidos interagem com um padrão I-P-P-R-F...

De início os alunos sentiram um pouco de dificuldades para relacionar os valores numéricos com o período encontrado na forma de uma soma, entendemos que os alunos já tinham percebido algumas relações mais estavam inseguros ainda, como no turno 439 no qual é feito uma pergunta pelo aluno apenas para que o professor/pesquisador pudesse confirmar que o pensamento do estudante estava correto conforme os turnos de 440 até 442.

Nos turnos de 444 até 457 temos uma interação intensa do professor com o aluno 1A com intenção do estudante compreender como pode escrever o f(45) na forma de soma a partir do período 25 identificado.

O professor/pesquisador conduz perguntas para ajudar o aluno a refletir e analisar sobre como escrever o f(45) na forma de soma, e nessa soma entrar o período 25 conforme os turnos 445 até 452. Com isso concluo que o professor/pesquisador obteve sucesso, pois o aluno 2B que estava atento com a interação do professor com o aluno 1A respondeu corretamente como escrever o f(45) de outra forma a partir do período, como mostra o turno 453 até 456, sendo assim como o aluno 1B não respondeu, concluímos que a estudante compreendeu como escrever o f(45) de outra maneira.

No turno 458 a aluna SA informou que não entendeu, então o professor/pesquisador conduziu novamente uma interação com perguntas e respostas conforme os turnos de 458 até 491. O professor/pesquisador conduziu a aluna SA de uma forma que levasse a estudante a olhar as perguntas anteriores da atividade da Uarc 3, com isso concluo que por falta de atenção a estudante confundiu o período com o valor do f(20), f(45) e f(70), e que foi superado facilmente pela aluna conforme os turnos de 464 até 475.

É importante destacar que a estudante SA conseguiu superar suas dificuldades e assim compreender como escrever o f(45) na forma de soma sendo que um dos elementos da soma tem que ser o período 25, como podemos observar nos turnos 476 até 491.A partir da compreensão dos alunos de como escrever o f(45) de uma outra forma a partir do período identificado, os estudantes conseguiram facilmente escrever o f(70) na forma de soma a partir do período 25.(turnos 493 até 495)

Nos turnos 500 até 518 os alunos facilmente encontram o valor numérico de f(25), f(50) e f(70), com isso concluíram que os valores numéricos são iguais, diante disso os estudantes conseguiram sem dificuldade nenhuma escrever o f(50) e o f(75) na forma de soma a partir do período 25, como podemos observar nos turnos 512 até 518.

Com a intenção de formalizar o conhecimento sobre o conceito de função periódica, o professor/pesquisador conduz perguntas para ter certeza que a turma toda conseguiu compreender o que foi proposto na Uarc 3, conforme os turnos 519 até 540.

Nos turnos 525 e 537 o professor/pesquisador pergunta para a turma se podemos escrever o f(50) como f(25+25)=f(25) e f(75) como f(50+25)=f(50) respectivamente, sendo respondido corretamente pelos alunos pesquisados conforme os turnos 526 e 538, diante disso o professor/pesquisador obteve indícios suficientes para formalizar o conceito de função periódica(turno 542).

Quadro 17:Resumo da análise microgenética do segmento 2

<table>
<tr><td>Intenções do Professor</td><td colspan="2">Fazer o aluno compreender a partir dos valores numéricos e do período o conceito de função periódica</td></tr>
<tr><td>Conteúdo</td><td colspan="2">Conceito de Função Periódica</td></tr>
<tr><td>Abordagem Predominante</td><td colspan="2">Interativa/de autoridade</td></tr>
<tr><td>Padrões de Interações</td><td colspan="2">I-P-P-R-F...</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Relação Dialética</td><td>Formas de Intervenções (Professor)</td><td>Comportamentos e atitudes (Aluno)</td></tr>
<tr><td>Inicia com uma pergunta
Turno 438 Professor: alguma dúvida?</td><td>Pergunta com uma dúvida
Turno 439 Aluna 1B: o que ele quer dizer, para apresentar uma relação envolvendo f(20);f(45) e f(70).?</td></tr>
<tr><td>Faz uma Pergunta para o aluno refletir
Turno 440 Professor: Qual a relação entre os três?</td><td>Responde corretamente
Turno 441 Aluna 1B: são iguais</td></tr>
<tr><td>Dar um feedback positivo e em seguida faz uma pergunta
Turno 442 Professor: isso.
Turno 443 Professor: mais alguma dúvida aí galera?</td><td>Pergunta com dúvida
Turno 444 Aluna 1A: essa, de que forma podemos escrever f(45) a partir do período? Não entendi.</td></tr>
<tr><td>Faz uma pergunta para o aluno refletir.
Turno 445 Professor: como você pode desmembrar o 45 no formato de soma?
Turno 446 Professor: pensa aí, mais nessa soma tem que tá o período.</td><td>Responde corretamente
Turno 453 Aluno 2B: 20 mais 25</td></tr>
<tr><td>Indício de Aprendizagem</td><td colspan="2">O 1º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 441,453 e 456.
O 2º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 470,472,475,478,484,488 e 491.
O 3º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 494,501,504,507 e 510.
O 4º indício de aprendizagem ocorre nos turnos 514,517,520,524,526,528,530,532,534,536,538 e 540.</td></tr>
</table>

Fonte: Adaptado de Gama (2020)

5.3. SOBRE A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Nesse momento faço uma análise dos testes de verificação de aprendizagem da turma de controle e da turma experimental a partir da comparação dos dois testes aplicados, para que possa verificar a potencialidade da sequência didática aplicada na turma experimental e assim obter mais subsidio para responder à questão de pesquisa.

A turma de controle não sofreu influência da sequência didática elaborada nesta pesquisa, e no dia 28 de março na mesma escola onde foi aplicada a sequência didática, o professor da turma conversou com os alunos e aplicou o teste de conhecimentos básicos, e em seguida os estudantes relataram que não sabiam fazer as questões, pois no período na pandemia eles não tiveram aula.

Diante disso o professor da turma marcou para o dia 30 de março uma aula para ensinar os conhecimentos necessários para estudar o conceito de função periódica, e no dia 2 de abril o professor ensinou de forma tradicional com teoria, exemplo e exercício o conteúdo sobre fenômenos periódicos, período e conceito de função periódica, utilizando apenas quadro, pincel e apagador.

No final da aula expositiva tradicional o professor aplicou o teste de verificação de aprendizagem para os 16 alunos presentes, e com esses dados em mão vou compara o teste com a turma experimental para que possamos verificar a potencialidade da sequência didática para o ensino do conceito de Função Periódica.

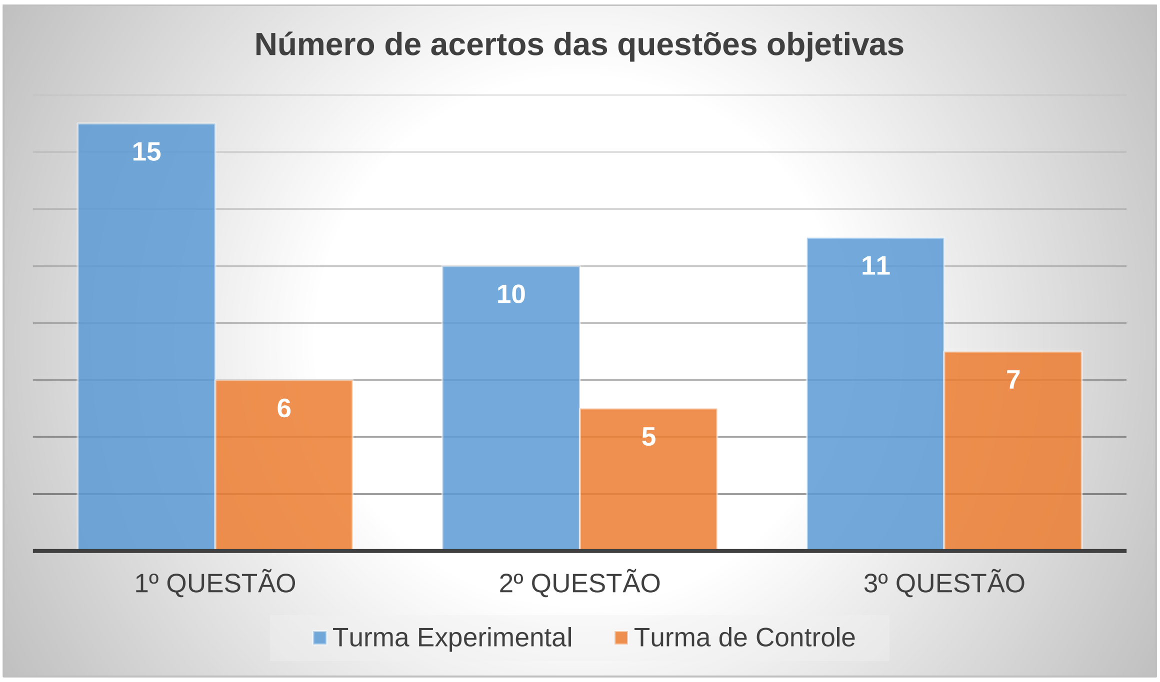
A figura 13 a seguir mostra com detalhes uma comparação entre as questões objetivas respondidas corretamente do teste de verificação de aprendizagem aplicado na turma experimental e na turma de controle.

A primeira questão do teste pergunta sobre qual alternativa representa um fenômeno periódico, sendo que nas alternativas temos fenômenos aleatórios, fenômenos não-periódicos e o fenômeno periódico que é a respiração, sendo assim a resposta correta que deve ser respondida pelo estudante.

Já na segunda questão objetiva do teste, pergunta qual o gráfico representa uma função periódica, sendo que nas 4 alternativas temos gráficos não-periódicos e na alternativa “c” temos um gráfico parabólico que se repete no mesmo intervalo, e com isso representando um gráfico de função periódica.

Na terceira questão temos uma situação problema, no qual o estudante deve identificar o período do fenômeno periódico descrito, sendo como alternativa correta o período 3 segundos.

Figura 13:Grafico da análise do teste de verificação de aprendizagem



Fonte: Autor (2022)

O gráfico de barras na figura 13 mostra um bom desempenho da turma experimental em relação a turma de controle, sendo que o total de alunos pesquisados na turma experimental foi de 15 alunos e na de controle foi de 16 estudantes, e com isso podemos observar a potencialidade da sequência didática, pois no gráfico temos que 100% dos alunos conseguiram mobilizar o conhecimento sobre fenômenos periódicos e acertaram a questão, e em contrapartida menos de 50% dos alunos que não sofreram influência da sequência didática acertaram a primeira questão do teste de verificação de aprendizagem.

Na segunda e na terceira questão o estudante deveria mobilizar o conhecimento sobre ideia de período para reconhecer qual gráfico representava uma função periódica e qual o período do fenômeno periódico, e o gráfico de barras na figura 13 mostra que a turma de controle que não sofreu influência da sequência didática menos de 50% dos alunos acertou a segunda e a terceira questão, isso mostra que não ficou muito claro para os alunos a ideia de período.

Já na turma de experimental o gráfico mostra de forma satisfatória que 66% e 73% dos alunos acertaram a segunda e a terceira questão respectivamente, deixando claro que os estudantes que sofreram a influência da sequência didática compreenderam a ideia de período, mostrando assim a potencialidade da sequência didática para o ensino do conceito de função periódica.

Para corroborar com os dados coletados do teste de verificação de aprendizagem da turma experimental, no quadro 18 a seguir temos um momento de socialização do conhecimento da intervenção avaliativa aplicativa (IA_a) proposta por Cabral (2017) e transcrevi o áudio da gravação do vídeo da turma experimental.

Quadro 18:Socialização do conhecimento-Intervenção Avaliativa Aplicativa

Socialização-Intervenção Avaliativa aplicativa	
Uarc 1	**Turno 228 Professor:** o ciclo menstrual é periódico ou não-periódico? **Turno 229 Turma:** Periódico **Turno 230 Professor:** Maré alta e baixa? **Turno 231 Turma:** Periódico **Turno 232 Professor:** O valor da conta de energia a cada mês? **Turno 233 Turma:** Não-Periódico **Turno 234 Professor:** O movimento de rotação da terra? **Turno 235 Turma:** Periódico **Turno 236 Professor:** A entrega de cartas pelo carteiro? **Turno 237 Turma:** Não-Periódico
Uarc 2	**Turno 417 Professor:** qual o período dessa última atividade? **Turno 418 Turma:** 10 minutos **Turno 419 Professor:** se o tempo é 4 minutos o espaço é 10, e quando o tempo é 14 minutos o espaço é também 10, então qual o próximo tempo que o espaço é 10 também? **Turno 420 Turma:** 24 minutos **Turno 421 Professor:** isso mesmo
	Turno 544 Professor: analise a função f(x) descrita no quadro a seguir, mesma coisa da atividade anterior, podem fazer. **Turno 545 Professor:** Qual o período?

Uarc 3	**Turno 546 Turma:** 8 **Turno 547 Professor:** isso mesmo. **Turno 548 Professor:** qual o f(0)? **Turno 549 Turma:** 5 **Turno 550 Professor:** isso, 5 **Turno 551 Professor:** Qual o f(8)? **Turno 552 Turma:** 5 **Turno 553 Professor:** Qual o f(16)? **Turno 554 Turma**: 5 **Turno 555 Professor:** Qual a relação entre o f(0); f(8) e f(16)? **Turno 556 Turma:** são todos iguais **Turno 557 Professor:** isso. **Turno 558 Professor:** de que forma podemos escrever o f(8) a partir do período identificado? **Turno 559 Turma:** f de zero mais 8 **Turno 560 Professor:** isso f(0+8). **Turno 561 Professor**: então como podemos escrever o f(16) a partir do período identificado? **Turno 562 Turma:** f de 8 mais 8 **Turno 563 Professor:** isso f(8+8) **Turno 564 Professor:** agora determine o f(2); f(10) e f(18), podem fazer, olhem a tabela. **Turno 565 Turma:** zero **Turno 566 Professor:** Qual a relação entre eles? **Turno 567 Turma:** são iguais **Turno 568 Professor:** certo **Turno 569 Professor:** de que forma você pode escrever o f(10) a partir do período identificado? **Turno 570 Turma:** f de 2 mais 8 **Turno 571 Professor:** isso mesmo **Turno 572 Professor:** e o f(18)?

	Turno 573 Turma: f de 10 mais 8 **Turno 574 Professor:** isso mesmo. **Turno 575 Professor:** fica como eu formalizei para vocês que o f(18)=f(10+8)=f(10), sendo 8 o período. **Turno 576 Professor:** deu para entender turma? **Turno 577 Turma:** sim professor

Fonte: Pesquisa (2022)

O quadro 18 mostra um momento pós-formal como descrito por Cabral (2017), no qual o professor pesquisador socializa o conhecimento com a intenção de ter certeza que os estudantes conseguiram compreender e desenvolver o que foi pedido na intervenção avaliativa aplicativa da Uarc 1, 2 e 3, sendo assim a turma experimental toda respondeu corretamente o que seria um fenômeno periódico e não-periódico na Uarc 1 e o período que é 10 minutos na Uarc 2.

E isso corrobora com o gráfico de acertos das questões do teste de verificação de aprendizagem, que mostra que os alunos conseguiram mobilizar seus conhecimentos sobre fenômenos periódicos e período, como proposto pela sequência didática e assim observo de forma bastante satisfatória a potencialidade de ensinar o conceito de função periódica por meio de uma sequência didática.

Ainda sobre o teste de verificação de aprendizagem temos a quarta, a quinta e a sexta questão que são discursivas, no qual exigiam que o aluno deveria reconhecer e justificar sua resposta sobre gráfico, período, fenômeno periódico e conceito de função periódica.

Quadro 19:Analise do Teste de Verificação de Aprendizagem

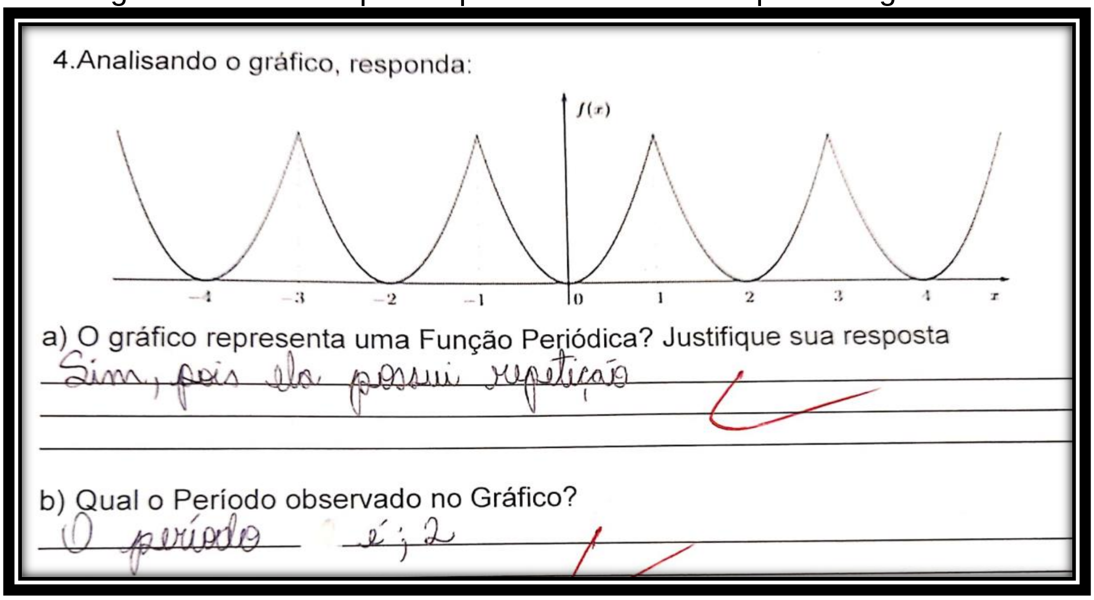
QUESTÕES DISCURSIVAS				
Turma Experimental			Turma de Controle	
Questão	Acertos	Erros	Acertos	Erros
4º	a)15 b) 9	a) 0 b) 6	a) 5 b) 5	a) 11 b) 11
5º	15	0	6	10
6º	a) 10 b) 14	a) 5 b) 1	a) 4 b) 4	a) 12 b) 12

Fonte: Autor (2022)

O quadro 19 mostra com riqueza de detalhes o número de acertos e erros da turma experimental e de controle, sendo que 100% dos alunos da turma experimental conseguiram acertar a letra “a” da quarta pergunta do teste, que era para identificar e justificar se o gráfico dado era de uma função periódica, porém apenas 60% acertaram a letra “b” que era para identificar o período do gráfico da função periódica, mesmo com 40% dos alunos errando o período do gráfico ainda é visto o resultado de forma positiva e satisfatória.

Para corroborar com que foi apresentado no quadro de acertos e erros, a figura 14 a seguir mostrar a resposta de um aluno em relação a quarta questão do teste de aprendizagem da turma experimental.

Figura 14:Recorte quarta questão do teste de aprendizagem



4.Analisando o gráfico, responda:

a) O gráfico representa uma Função Periódica? Justifique sua resposta

Sim, pois ela possui repetição

b) Qual o Período observado no Gráfico?

O período é: 2

Fonte: Pesquisa (2022)

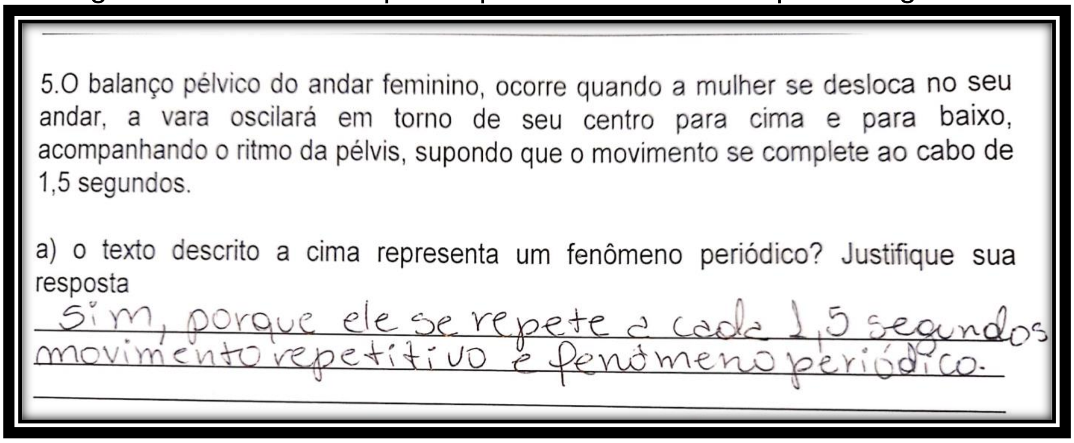
Na sequência didática não foi dado muita ênfase em gráfico, sendo que observo que o aluno da turma experimental conseguiu mobilizar o conhecimento adquirido com a aplicação da sequência, e assim mobilizou seus conhecimentos sobre fenômenos periódicos e período adquiridos nas Uarcs 1 e 2 respectivamente, para analisar o gráfico e assim responder corretamente a quarta questão, deixando bem evidente a potencialidade da sequência didática para o ensino de função periódica.

Mais em relação a turma de controle observo que apenas 5 alunos dos 16 estudantes investigados na pesquisa acertaram a letra “a” e “b” da quarta questão, sendo que podemos inferir que a ideia de função periódica e perídio não ficou muito claro para esses alunos na aula tradicional aplicada pelo professor da turma.

Já na quinta questão do teste que era para o aluno identificar se o fenômeno descrito no texto era periódico e justificar a resposta, 100% dos alunos da turma experimental conseguiram acertar, já em relação a turma de controle apenas 6 estudantes acertaram a quinta questão, ou seja, mais de 60% dos alunos erraram a questão.

Na figura 15 a seguir tem-se a resposta dada por um aluno da turma experimental relação a quinta questão do teste de verificação de aprendizagem.

Figura 15:Recorte da quinta questão do teste de aprendizagem



5.O balanço pélvico do andar feminino, ocorre quando a mulher se desloca no seu andar, a vara oscilará em torno de seu centro para cima e para baixo, acompanhando o ritmo da pélvis, supondo que o movimento se complete ao cabo de 1,5 segundos.

a) o texto descrito a cima representa um fenômeno periódico? Justifique sua resposta

Sim, porque ele se repete a cada 1,5 segundos movimento repetitivo é fenômeno periódico.

Fonte: Pesquisa (2022)

Observe que na resposta do aluno ele identifica que a situação-problema proposta no texto trata-se de um fenômeno periódico por ser repetitivo e possuir um período que é 1,5 segundos, e com isso os discentes da turma experimental consegue mobilizar o conhecimento sobre período e fenômeno periódico, mostrando assim a potencialidade do ensino do conceito de função periódica por meio de uma sequência didática.

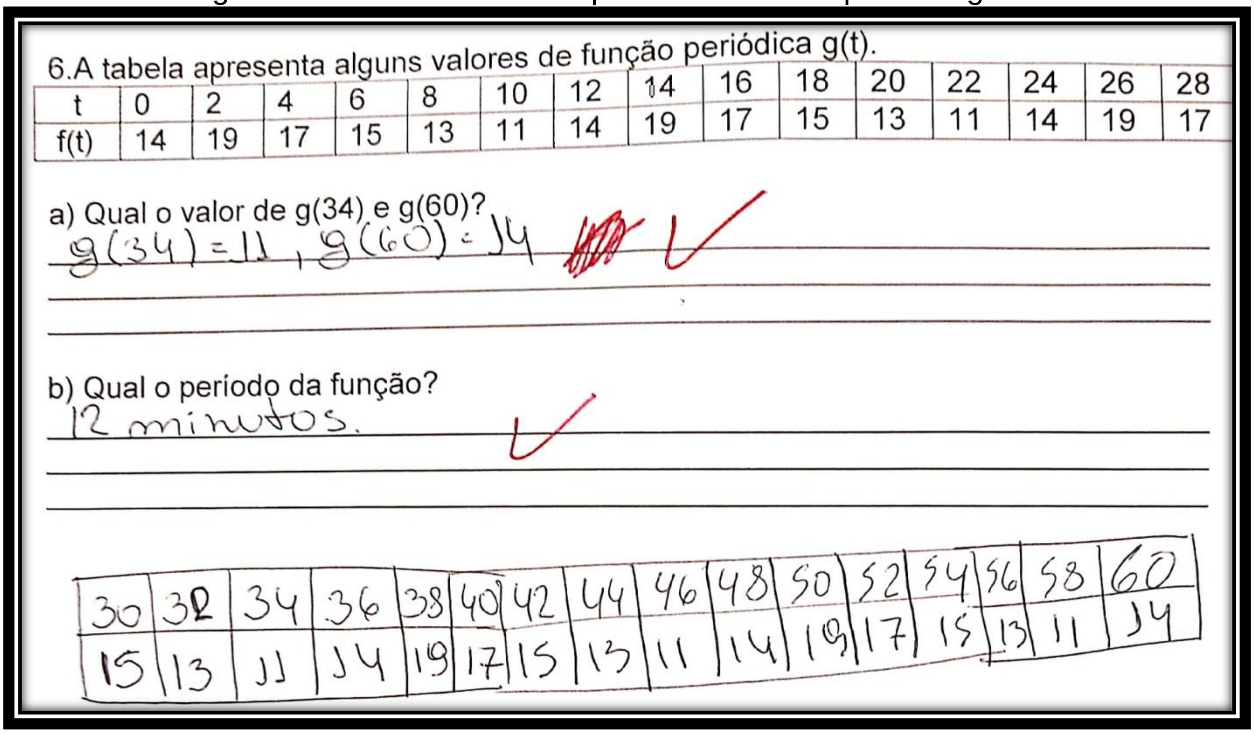
E por fim na sexta questão do teste, temos um olhar bastante positivo e satisfatório em relação a turma experimental, pois na letra “a” que pedia para os estudantes investigados encontrassem o valor numérico de g(34) e g(60), para isso o aluno tinha que ter entendido o conceito de função periódica, onde os valores numéricos da função somado com o período identificado na função vai fornecer o mesmo valor numérico.

Sendo assim o quadro 2 mostra que 10 alunos acertaram a letra “a” e 14 alunos acertaram a letra “b” que era para identificar o período da função periódica, e isso mostra a potencialidade de nossa sequência didática para o ensino do conceito de função periódica.

E esse resultado é reforçado com o quadro 18 que mostra um momento de socialização da turma experimental em relação a Intervenção avaliativa aplicativa, no qual pode-se observar que os estudantes conseguiram responder de forma satisfatória usando o conceito de função os valores de f(8),f(10),f(16) e f(18)

E para corrobora com o exposto temos a figura 16 a seguir que mostra a reposta do discente da turma experimental em relação a sexta questão do teste de aprendizagem.

Figura 16:Recorte da sexta questão teste de aprendizagem



6.A tabela apresenta alguns valores de função periódica g(t).

t	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
f(t)	14	19	17	15	13	11	14	19	17	15	13	11	14	19	17

a) Qual o valor de g(34) e g(60)?

g(34)=11, g(60)=14

b) Qual o período da função?

12 minutos.

30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
15	13	11	14	19	17	15	13	11	14	19	17	15	13	11	14

Fonte: Pesquisa (2022)

A figura 16 deixa bem evidente que o aluno da turma experimental mobilizou seu conhecimento acerca do conceito de função periódica e do período, ainda observamos a solução feita pelo aluno, no qual observo que o estudante compreendeu o ciclo que repetição da função periódica dado na tabela, e para isso analiso que o conceito de função periódica foi aprendido pelo aluno, e para isso o estudante precisava compreender que g(t+12)=g(t), sendo 12 o período, com isso o discente encontrou os valores de g(34) e o g(60) usando o conceito de função periódica.

Sendo assim concluo que o discente conseguiu realizar a operação usando o conceito de função periódica, no qual g(34) =g(22+12)=g(22)=11, como também desenvolveu que g(60)=g(48+12)=g(48), e assim observo de forma satisfatória para a aprendizagem a potencialidade da sequência didática para o ensino do conceito de função periódica.

E a turma de controle que apenas teve uma aula expositiva, na sexta questão observamos que apenas 4 alunos acertaram a letra “a” e “b”, e esses dados mostram que menos de 50% dos alunos conseguiram compreender o conceito de função periódica, e diante disso pode-se inferir que uma sequência didática sistematizada para o ensino do conceito de função periódica é bem mais eficiente comparado com uma aula apenas expositiva, com conteúdo e exemplos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando iniciei essa pesquisa, eu já estava com 12 anos de docência em escolas particulares sempre ensinei em turmas do 2º ano do Ensino Médio as funções trigonométricas seno e cosseno, mas nunca me atentei em ensinar o conceito de função periódica em minhas aulas, sendo que ainda como aluno meus professores ensinavam apenas as funções seno e cosseno.

Quando aceitei o desafio de desenvolver uma sequência didática para o ensino do conceito de função periódica, confesso que tiver bastante dificuldade em buscar por pesquisa sobre função periódica, sendo assim encontrei dissertações teóricas e experimentais sobre as funções trigonométricas, e os trabalhos do grupo de pesquisa de Lisboa Aubyn et al (2004), o livro de Batschelet (1978), para fundamentar e aprofundar sobre o tema de função periódica.

Além das dificuldades já citadas no ano de 2020 seria o ano de aplicação da sequência didática, porém esse ano foi início de uma pandemia que paralisou as atividades escolares de 2020 até 2021, no qual as escolas públicas ficaram sem atividade ou de forma remota, já no ano de 2022 com as flexibilizações das restrições e com muita dificuldade consegui a aplicar a sequência didática em uma turma do 2º ano do Ensino Médio na Escola estadual Paes de Carvalho.

Superadas as dificuldades desenvolvemos no capitulo 2 o estudo do objeto matemático relacionado com a função periódica, além das funções trigonométricas, passei a conhecer funções periódicas não trigonométricas, como a função Mantissa, função de Diricht e a função taxa de variação instantânea constante, como também tive a oportunidade de aprofundar o conhecimento acerca dos fenômenos periódicos e das propriedades relacionada com o período de função periódica.

Com isso pude aprofundar meus conhecimentos sobre o tema e assim obter apoio teórico suficiente para desenvolver os instrumentos de investigação, como o teste diagnostico, oficina de conhecimentos necessários para a sequência, e porfim a sequência didática para o ensino do conceito de função periódica.

No capítulo 3 em nossos estudos dos documentos oficiais e da literatura percebemos a carência no que tange a abordagem função periódica no âmbito escolar. Devemos considerar que muitas das dificuldades dos alunos na aprendizagem de funções trigonométricas estão relacionadas a ideia de periodicidade que tem sua gênese no estudo do conceito de função periódica.

Com a revisão de literatura entendi como se dava o ensino das funções trigonométricas para assim compreender as possíveis dificuldades dos alunos relacionado com as funções periódicas, já que as funções senos e cossenos são modelos matemáticos que estudam determinados fenômenos periódicos.

Não obstante, percebo que a cada ano que passa o aluno possui cada vez mais dificuldades em matemática, assuntos dos anos anteriores o aluno não consegue lembrar no ano seguinte, sendo que, esses assuntos tornam-se conhecimentos essências para entender conteúdos matemáticos mais avançados.

Sendo assim, desenvolvi o teste diagnostico e a oficina de conhecimentos necessários para a sequência a partir das dificuldades dos estudantes elencadas na revisão de literatura, o que foi de uma grande importância para os estudantes, pois de forma cirúrgica sanamos duvidas e dificuldades dos alunos em relação a conhecimentos de plano cartesiano, domínio, imagem e valor numérico de função.

É importante aqui ressaltar que a questão de pesquisa é de responder que potencialidades apresenta uma Sequência Didática elaborada com base nas Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual (UARC's) para o ensino-aprendizagem do conceito de função periódica? E o objetivo geral é identificar as potencialidades didáticas de uma Sequência Didática elaborada com base nas Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual (UARC's) especificamente para o ensino-aprendizagem do conceito de função periódica.

Assim, foi feita uma análise investigativa de níveis de conteúdos assimilados pelos alunos alvo da pesquisa prática, para assim aplicar a sequência didática proposta, com a intenção de descrever a análise qualitativa do desenvolvimento da pesquisa.

Com a aplicação da sequência didática na turma experimental, e com o apoio da Analise Microgenética e Analise dos Discurso, consegui identificar os indícios de aprendizagem sobre o conceito de função periódica, que refletiu positivamente nos alunos pesquisados, pois no teste de verificação de aprendizagem os estudantes obtiveram êxito em resolver as questões propostas, revelando a potencialidade da sequência didática para o ensino-aprendizagem do conceito de função periódica.

Em comparação com a turma experimental, a turma de controle que não sofreu influência da sequência didática desenvolvida nessa pesquisa, tiveram um rendimento baixo no teste de aprendizagem, o que reforça a potencialidade da sequência didática elaborada com base nas Uarcs para o ensino-aprendizagem do conceito de função periódica, pois os estudante que foram apenas expostos a aula tradicional com teoria-exemplo-exercício não conseguiram assimilar o conteúdo de função periódica ensinado pelo professor da turma.

Mas os alunos da turma experimental que foram submetidos a uma sequência de ensino bem organizada com base nas Uarcs para o ensino e aprendizagem do conceito de função periódica, conseguiram mobilizar seus conhecimentos acerca das funções periódicas e responder de forma satisfatória as questões objetivas e discursivas do teste de aprendizagem aplicado no final do processo de ensino ocorrido no ambiente escolar.

A sequência didática elaborada é propicia ao ensino de maneira organizada e fácil de compreender possibilitando ao aprendiz o entendimento de conceitos e propriedades relacionados a Função Periódica, para quando o aluno entrar em contato com as funções trigonométricas possa assim estar receptivo, pois o aprendiz já possui uma boa base matemática para enfrentar novos desafios dentro da Matemática.

Em minha análise, observo os benefícios que a sequência didática traz na perspectiva do aluno, do professor e do saber relacionado ao aspecto conceitual, procedimental e atitudinal.

No aluno a sequência didática beneficia a autonomia, o aprendizado a partir da construção do conhecimento mediante a interação em sala de aula com outros estudantes, favorecendo o levantamento de hipótese e generalizações, possibilitando assim o aluno a expor duvidas e afirmações incorretas o que evitar permanecer com o estudante, sendo assim valorizando o conhecimento prévios e de mundo do discente, tornando-o mais reflexivo frente aos desafios do dia a dia.

Com a sequência didática os alunos mostram-se propícios para a aprendizagem e para (re)descoberta de conhecimentos intrínseco a ele, e com as provocações do professor o estudante teve a oportunidade de conjecturar repostas certas ou erradas, mas que de modo geral o ajudou a ser protagonista de sua própria aprendizagem.

E com a formação dos grupos de alunos, a sala de aula deixa de ser um ambiente estático, e passa ser um cenário colaborativo, no qual os estudantes passam a trocar conhecimento, um estudante ajuda o outro com alguma dificuldade, torna o ambiente dinâmico, e mesmo que o aluno não participe, com o compartilhamento da aprendizagem a partir da interação verbal, o estudante tem a oportunidade de aprender, absorver e acompanhar o que estar sendo ensinado.

Para o aluno com dificuldades em Matematica, a sequência didática para o ensino do conceito de Função Periódica possibilidade uma aprendizagem que faz sentido para o estudante, e não algo vazio, e que permiti desenvolver nos aprendizes habilidades comunicativas e cognitivas, deixando-o como ator principal no fenômeno de aprendizagem e o professor sendo apenas um orientador, que na medida que o aluno se distância do conhecimento, o professor questiona o aprendiz, levando-o a refletir.

Em ralação a perspectiva do professor, a sequência didática permite o docente organizar de forma sistemática o conteúdo a ser ensinado, melhorando os recursos didáticos no ambiente escolar, passando a obter autonomia relação ao livro didático e saindo do modelo tradicional de ensino, teoria, exemplo e exercício, passando a utilizar um ensino no qual o professor é mediador do conhecimento, valorizando e estimulando a participação em sala do aluno tornando-o ativo na aprendizagem, permitindo assim, um cenário de mobilização de conhecimento, possibilitando aprofundar o conhecimento matemático em vários momentos.

Com a análise feita após a aplicação da sequência, fica evidente que o professor é um provocador, orientador, em um ambiente que a sequência didática elaborada com base nas Uarcs permiti quer várias vozes sejam ouvidas, e a voz do professor é de permitir o aluno construir o conhecimento.

E as ações do professor nesse cenário, foi de fornecer comandos aos alunos de maneira clara e objetiva acerca das implicações da sequência, e fazendo questionamentos que pudessem levar o aprendiz a refletir, generalizar ideias e conjecturar respostas plausíveis, que pudessem conduzir o estudante construir de maneira processual a aprendizagem de cada Uarc da sequência didática para o ensino de Função Periódica.

O professor no cenário em torno da sequência didática passa por uma mudança de paradigma, ele deixa de ser a principal voz da sala de aula e permiti que o aluno participe da aula, o docente dar um outro significado para sua atuação em sala de aula e passa a valorizar as competências e habilidades dos estudantes na aprendizagem, e isso não afeta o professor no processo de ensino-aprendizagem, mas valoriza a construção do saber por parte do aprendiz.

Na perspectiva do saber que suje a partir das situações propostas pela sequência didática e não pela iniciativa do professor em sala, possibilitando uma maior reflexão do saber a ser ensinado, e favorecendo o desenvolvimento dos saberes ensinados através das intervenções articuladas feito pelo professor.

A sequência didática possibilita que o saber seja processual e construtivo possibilitando a autonomia e protagonismo do aluno diante do saber a partir das interações com seus pares, e com o professor que orienta na construção do saber sobre as Funções Periódicas por meio das Uarc's.

O saber que emerge das Uarc's mediante as interações verbais, ele (re)constrói o conhecimento que o aluno já possui, mesmo que o aprendiz não atue ele pode sanar dúvidas apenas observando o ambiente interativo em torno do saber acerca dos fenômenos periódicos, período e conceito de Função Periódica.

Sendo assim ocorre uma criação e manutenção das zonas de desenvolvimentos proximais inseridos na construção das Uarc's no sentido de que a aluno em regime de colaboração com o professor e com seus pares é estimulado perceber os conceitos a partir das regularidades e generalizações ainda que de modo intuitivo. O saber é (re)construído sendo justificado pelos padrões que emergem das atividades mediadas pelas intervenções estruturantes da sequência didática e isso é completamente diferente do que acontece no modelo tradicional.

De modo geral, as potencialidades da sequência didática para o ensino do conceito de Função Periódica aplicada na lógica das Unidades Articuladas de Reconstrução Conceitual no que tange o professor, o saber construído e o aluno, é apresentado no quadro a seguir, que evidência de forma clara e sucinta as potencialidades e benefícios da sequência didática relacionado aos aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Quadro 20:Potencialidades e Benefícios da Sequência Didática

Aspectos		Professor	Aluno	Saber
Conceituais		-Valoriza a organização sistemática do conteúdo -Propicia aprofundamento do saber Matemático. -Estimula um ambiente propicio para mobilização de conhecimento.	-Valoriza o saber já adquirido no meio social. -Permite que o aluno generalizações, conjeturas e reflexões acerca do saber.	-O saber surge, das interações verbais entre os atores em sala de aula. -Estimula a criação e manutenção da ZDP. -Propicia a criação de novos conceitos por meio da percepção de regularidade. -Propicia a construção e valorização do

				saber mediante as interações verbais.
Procedimentais		-Cria questionamentos que conduz o aluno em refletir sobre as atividades. -Permiti a participação do aluno. -Procedimentos tradicionais são deixados de lado, dando espaço para um ambiente de construção de conhecimento. -Procede de uma maneira para propiciar a criação e manutenção da ZDP.	-Ganha autonomia na aprendizagem. -Desenvolve habilidades comunicativas com a interação seus pares. -Desenvolve as atividades de forma reflexiva, e com levantamento de ideias e hipóteses e não como um algoritmo decorado.	-O saber é (re)construído mediante as intervenções estruturantes da sequência. -Estimula em sala os procedimentos dinâmicos e interativos. -Valoriza o saber intuitivo do aluno para a construção do saber. -O Saber emerge dos padrões das atividades da sequência, totalmente diferente do modelo tradicional
Atitudinais		-Orientado no processo de ensino-aprendizagem -Estimula o pensamento reflexivo em sala. -Estimula atitudes de melhoria em relação aos recursos didáticos. -Atitudes mais eficazes no processo de ensino.	-Passa a desenvolver atitude na construção do conhecimento por parte do discente. - Passa a ter uma atitude ativa e comunicativa no processo de aprendizagem -Desenvolve atitude no levantamento de dúvidas e pensamentos incorretos, permitindo discursões em sala de aula.	-Estimula as atitudes colaborativas entre os pares para a construção do saber. -Estimula atitudes do aluno, como levantamento de hipóteses. -Estimula atitudes comunicativas para compreensão do saber.

Fonte: Autor (2022)

Dessa forma, comprovo mediante a pesquisa que a sequência didática é um recurso-didático favorável para o ensino-aprendizagem das funções periódicas, no qual o professor antes de ministrar aula sobre as funções trigonométricas, pode utilizar nossa sequência de didática para iniciar a aula com o ensino dos fenômenos periódicos, período e o conceito de função periódica.

Toda essa pesquisa realizada contribuiu muito para algumas reflexões que como professor já fazia, como, o motivo dos alunos possuírem dificuldades em função trigonométrica, como docente no Ensino Médio detalhava toda a teoria em torno das funções seno e cosseno e em seguida resolvia muitas questões de várias maneiras possíveis, mas não citava nenhum momento que se tratava de Função Periódica.

Mesmo assim os estudantes não conseguiam compreender de maneira completa o conteúdo sempre ficando lacunas, e assim não conseguiam aplicar o conhecimento no momento das avaliações, e hoje entendendo o motivo das dificuldades dos meus estudantes em sala quando ensinava as funções trigonométricas.

A contribuição dessa pesquisa vai muito além da minha carreira como docente, pude aprender a pesquisar trabalhos acadêmicos sobre ensino-aprendizagem que possa contribuir de forma continua para minha formação, e assim ser um professor/pesquisador, já que a sala é o laboratório do professor.

Compreendendo que as contribuições dessa pesquisa também serão em sala de aula, pois sairei do modelo tradicional de ensino e irei para uma aula no qual o estudante pode construir o próprio conhecimento por meio de uma sequência didática sistematizada para aprender de forma fácil e dinâmica as funções trigonométricas.

E que antes de ensinar as funções seno e cosseno nas minhas aulas em turmas de 2º ano do Ensino Médio, ministrarei os conhecimentos necessários para o estudo de função periódica, como plano cartesiano, domínio, imagem e valor numérico das funções, e após isso ensinar os fenômenos periódicos, período e o conceito de função periódica, como resultado da pesquisa mostra, como sendo um caminho a ser seguido que contribui para potencializar o conhecimento do aluno.

Essa pesquisa trata-se de um estudo de caso, que pode ser adaptado e melhorado para beneficiar o professor que pretende utilizar a sequência didática em sala de aula como um recurso facilitador a compreensão dos alunos, e pode ser ampliada e reaplicada em novas pesquisas para entender o processo de ensino-aprendizagem de funções periódicas trigonométricas ou não-trigonométricas.

Portanto, um desdobramento para novas pesquisas seria uma sequência didática para o ensino de funções periódicas não trigonométricas, como por exemplo, as Funções Constante, Característica, Mantissa e Dirichlet, e de uma maneira que comtemple na sequencia didática todas as propriedades acerca do período das Funções Periódicas.

E sugiro o desenvolvimento de uma sequência didática que comtemple de maneira geral as Funções Periódicas Trigonométricas e Não-Trigonométricas, para que possibilite a (re)construção desse conteúdo e oportunidade da criação de um ambiente dinâmico para aprendizagem superando a mesmice das aulas tradicionais.

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, A. S. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba-PR: Editora - UFPR, 2007.

AUBYN, A. S.; et al. **Funções reais de variável real**. Grupo de Matemática da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2004.

BATISTA, V. N. **Uma proposta metodológica para o ensino das funções trigonométricas.** 2015,189 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós-graduação em ensino de ciências exatas. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2015.

BATSCHELET, E. **Introdução à Matemática para Biocientistas**. São Paulo: Interciência, 1978.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais (Ensino Médio)** – Parte III: Ciências da Natureza Matemática e suas tecnologias. Brasil.1998

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB, v. 2, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: 2018.

BROUSSEAU, G. **Etude des situations (théorie des situations didactiques)**. Bordeaux: IREM de Bordeaux, 1979.

BROUSSEAU, G. **Introdução a teorias das Situações Didáticas:** conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

BROWDER, A. Mathematical Analysis: An Introduction. Nova York, Estados Unidos: **Springer**, 2001. 333 p. ISBN: 978-1-4612-6879-6.

CABRAL, N. F. **O papel das interações professor-aluno na construção da solução lógico-aritmética otimizada de um jogo com regras**. 2004. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

CABRAL, N. F. **Sequências Didáticas**: estrutura e elaboração/ Natanael Freitas Cabral. Belém: SBEM / SBEM-PA, 2017.

COSTA, N. M. L. da. **Funções Seno e Cosseno:** Uma Sequência de Ensino a partir dos contextos do mundo experimental e do computador**.** 1997. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Programa de Mestrado em Ensino de Matemática, São Paulo, 1997.

DOMINGOS NETO, S. **Ferramentas auxiliares no Ensino e aprendizagem das Funções seno, cosseno e tangente na educação básica.** 2014, 94 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Matemática. Viçosa, 2014.

DRIVER, R. **Um Enfoque Construtivista para el Desarrolo Del Currículo em Ciencias**. Enseñanza de Las Ciencias. 1988, v.6, n.2, p. 109-120.Disponivel em: <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v6-n2-driver/2922>.Acesso em: 24 de julho de 2022.

DUARTE FILHO, S. R. de A. **Uma abordagem do ensino de funções trigonométricas por meio de atividades interdisciplinares.** 2017, 129f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Ciências Matemáticas II. Campos dos Goytacazes, 2017.

FERNANDES, R. U. **Estratégias pedagógicas com uso de tecnologia para o Ensino de Trigonometria na Circunferência.** 2010, 127 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática. São Paulo, 2010.

FONSECA, J. J. S**. Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GAMA, P. F da. **Uma sequência didática para o ensino da função seno**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2020.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009.

GODOY, E. V.; SANTOS, V. de M. O cenário do ensino de matemática e o debate sobre o currículo de matemática. **Revista Práxis Educacional**, Vol. 8, Nº 13, 254-277, 2012.

GÓES, M. C. R. de. A Abordagem Microgenética na Matriz Histórico-Cultural: Uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos Cedes**, ano XX, n. 50. abril, p. 9-25, 2000, ISSN 1678-7110

LIMA, E. L.; et al. **A Matemática do Ensino Médio**. Sociedade Brasileira de Matemática, vol. 1, 5ª ed. Rio de Janeiro, Brasil, 2006. 237 p. ISBN: 85-85818-11-5

MANTOVANI, S. R. **Sequência didática como instrumento para aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico**. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). UNESP. Presidente Prudente – SP, 2015.

MAROQUIO, V. S.; PAIVA, M. A. V.; FONSECA, C. O. Sequências didáticas como recurso pedagógico na formação continuada de professores. In: Encontro Capixaba de Educação Matemática, 10., 2015, Vitória. **Anais eletrônicos...** Vitória: SBEM, 2015.

MEIRA, L. **Análise microgenética e videografia: Ferramentas de pesquisa em psicologia cognitiva.** Temas em Psicologia 3,1994,p.59-71

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em ensino de ciências**, v. 7, n. 3, p. 283–306, 2002.

OLIVEIRA, M. M. de. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis - RJ: Vozes, 2013.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

PASTANA, C. de O. **A utilização do software modellus para o ensino de funções trigonométricas por meio do movimento harmônico simples.** 2017, 124f. Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário UNIVATES. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas. Lajeado, 2017.

PEREIRA, E. **A utilização de Applets no Geogebra para a aprendizagem da trigonometria no ensino médio.** 2015,118 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2015.

RIBEIRO, M. R. R. C. **Possibilidades e dificuldades no desenvolvimento de situações de aprendizagem envolvendo funções trigonométricas.** 2011,119f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Programa de Mestrado em Educação Matemática. São Paulo, 2011.

SALAZAR, D. M. **GeoGeobra e o estudo das funções trigonométricas no Ensino Médio.** 2015,133f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Juiz de Fora,2015.

SILVA, M. F. da. **Trigonometria, modelagem e tecnologias:** um estudo sobre uma sequência didática**.** 2011, 236f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Belo Horizonte, 2011.

SMOLE, K. S. Novos ocúlos para a aprendizagem de matemática. In: PIAJET, J. W. F.: O aprendizado do mundo. In:_____________. Coleção memoria da pedagogia – **VIVER MENTE&CÉREBRO**. Segmento – Duetto – Ediouro. São Paulo – SP, 2005.

SOUZA, L. B. B.; COSTA, A. C. Uma investigação das dificuldades de alunos 1º ano do ensino médio na compreensão do conceito de função a partir de suas representações. In: 5º Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – SIPEMAT. **Anais...** Belém – PA. 2018.

SOUZA, L. B. B.; ALVES, T. A. T de A.; SILVA, J. do S. C. da. Uso dos jogos na compreensão dos conceitos de função afim e quadrática. In: XIII Encontro Nacional de Educação Matemática – XIII ENEM. **Anais...** Cuiabá-MT, 2019.

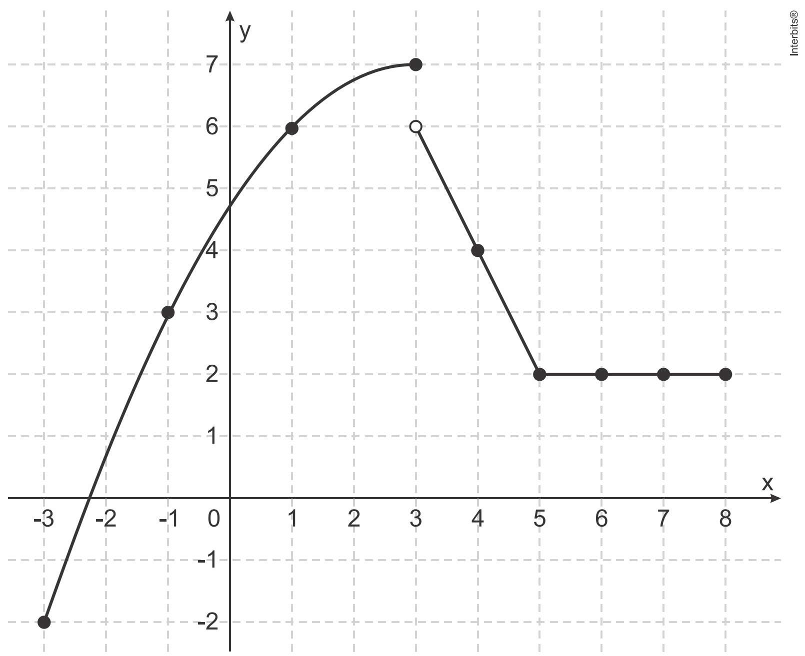
VIVIAN, Nancí Miksza. **Análise dos Padrões Discursivos de um Professor de Ciências do Ensino Fundamental**. 193 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2006.

ZUFFI, E. M. Alguns aspectos do desenvolvimento histórico do conceito de função. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, n. 9/10, p. 10-16. abr. 2001

APÊNDICES

APÊNDICE A - TESTE DE VERIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS BÁSICOS

1. (Ufjf-pism 1 2019) No plano cartesiano abaixo está representado o gráfico da função $f:[-3,8]\to[-2,7]$, no qual os pontos pretos destacados são os pontos em que o gráfico passa sobre os cruzamentos da malha.



Seja $k=f(-3)+f(-1)+f(3)-f(4)+f(5)$. O valor de x para o qual $f(x)=k$ é

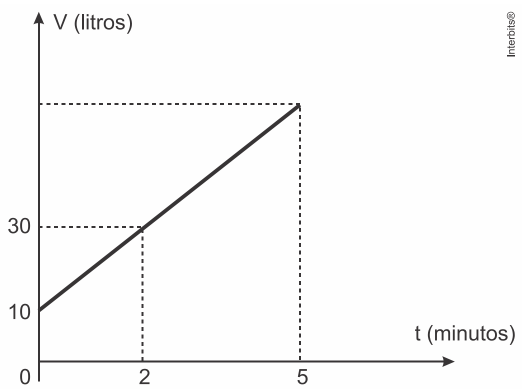
___

___

___

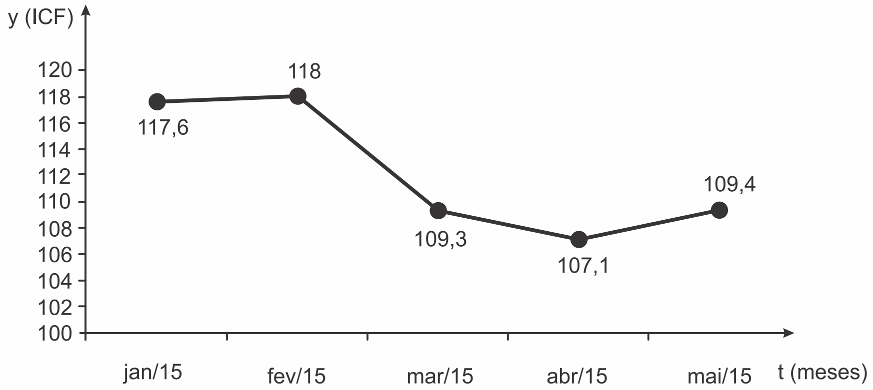
___

2. (G1 - cftrj 2016) Uma pequena piscina de plástico estava com 10 litros de água. Num dado instante, abriu-se uma torneira e, em 5 minutos, a piscina atingiu a sua capacidade máxima. Suponha que a água que alimentou a piscina manteve uma vazão constante durante todo o tempo. A figura abaixo fornece, pelo segmento de reta, o gráfico que representa o volume (em litros) de água na piscina em função do tempo (em minutos).



Com base nessas informações, determine a capacidade máxima da piscina em litros.

3. (G1 - cftmg 2016) O gráfico abaixo mostra a Intenção de Consumo das Famílias (ICF) de Janeiro a Maio de 2015.



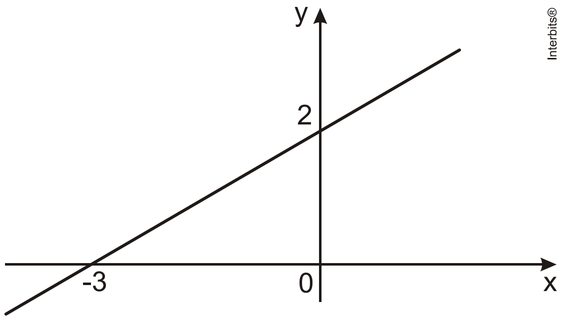
Disponível em: <http://www.dm.com.br/economia/2015/05/comercio-esperafaturar-mais-no-mes-dos-namorados-revela-presidente-da-fecomercio.html>
(Adaptado. Acesso em: 28 ago. 2015.)

Se este gráfico representa uma função f que mostra o valor da ICF em função do tempo, de janeiro a maio, então seu conjunto imagem é

4. (Pucrj 2017) Considere a função real da forma $f(x) = ax + b.$ Sabendo que $f(1) = -1$ e $f(0) = 2,$ qual é o valor do produto $a \cdot b$?

5. (G1 - ifal 2016) Os pontos de um plano cartesiano de coordenadas $(2, 2)$ e $(4, -2)$ pertencem ao gráfico de uma função $f: \mathbb{R} \to \mathbb{R},$ definida por $f(x) = ax + b.$ Qual o valor de $a + b$?

6. Considere a função real f(x), cujo gráfico está representado na figura, e a função real g(x), definida por $g(x) = f(x-1)+1.$



O valor de $g\left(-\frac{1}{2}\right)$ é

____

____

7. (Eear 2019) Seja a função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + 1.$ Se $f(1) = 0$ e $f(-1) = 6,$ então o valor de a é

____

____

8. (Unicamp 2019) Sabendo que c é um número real, considere a função quadrática $f(x) = 2x^2 - 3x + c,$ definida para todo número real $x.$ .Determine todos os valores de c para os quais $f(-1)f(1) = f(-1) + f(1).$

____

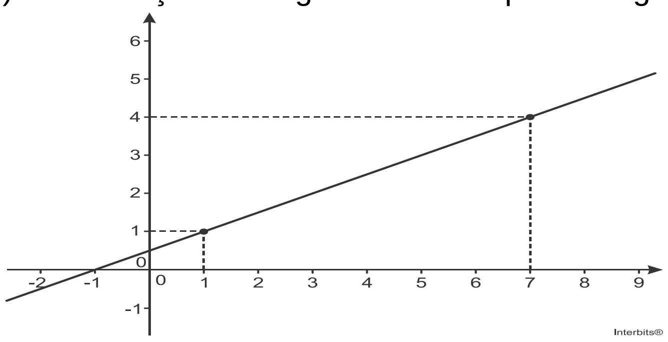
____

9. (G1 - ifsul 2015) Seja $f(x) = 2x^2 - 2x + 2$ uma função real de variável real.
Um valor da variável independente para a qual a variável dependente assume o valor dois, é

____

____

10. (G1 - ifsul 2017) Uma função do 1º grau $f:\mathbb{R} \to \mathbb{R}$ possui o gráfico abaixo.



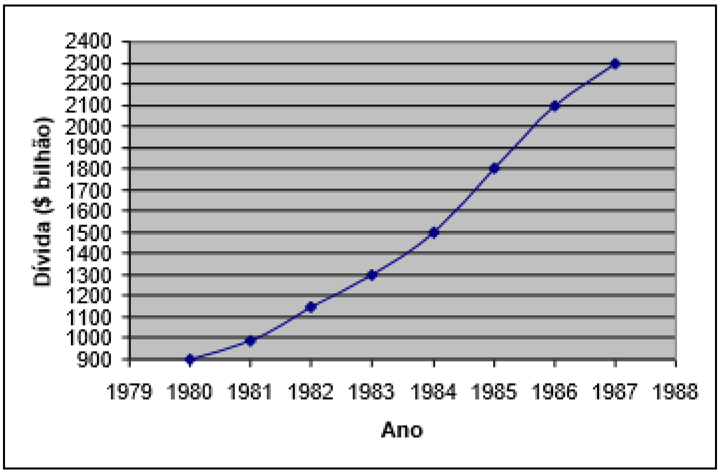
A lei da função f é

____

____

APÊNDICE B - OFICINA DE CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS.

1. A dívida pública dos EUA (em bilhões de dólares) para alguns anos encontra-se no gráfico abaixo



Determine:

a) Variáveis envolvidas

R:____

b) Variável dependente

R:____

c) Variável independente

R:____

d) Domínio da função

R:____

e) Conjunto imagem

R:____

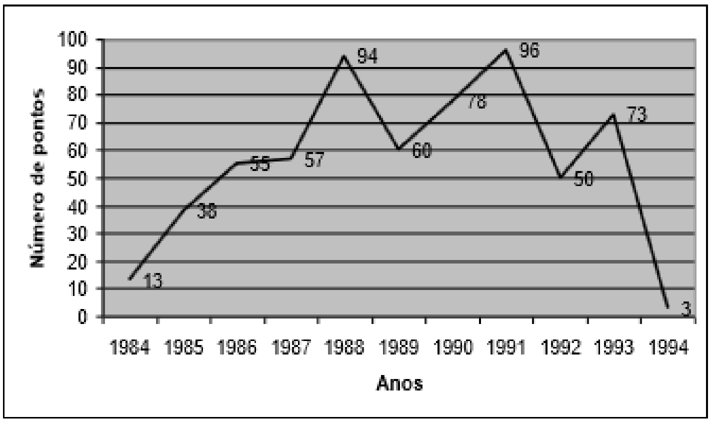
f) A variação da dívida entre os anos de 1985 e 1987.

R:____

g) A dívida permaneceu constante em algum período?

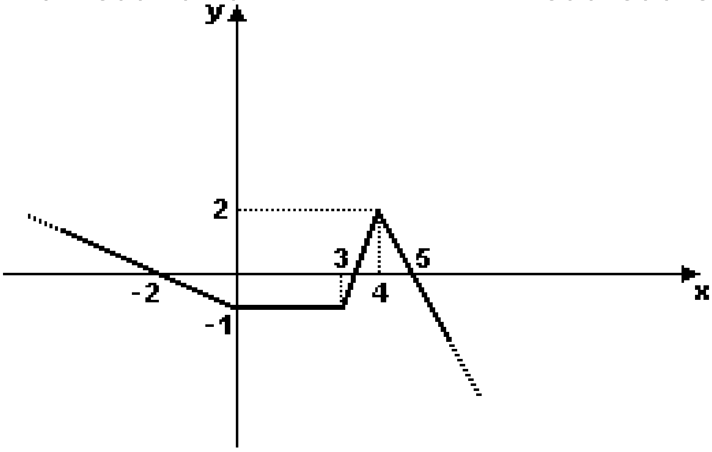
R:____

2. O gráfico a seguir mostra a quantidade de pontos obtidos por Ayrton Senna na fórmula 1



Determine:
a) Variáveis envolvidas
R:____
b) Variável dependente
R:____
c) Variável independente
R:____
d) Domínio da função
R:____
e) Conjunto imagem
R:____
f) Quando foi obtido o maior número de pontos?
R:____
g) E o menor número de pontos?
R:____
h) Em qual intervalo de tempo houve aumento no número de pontos?
R:____
i) Em qual intervalo de tempo houve redução no número de pontos?
R:____

3. (Ufu 2001) A figura a seguir representa o gráfico de uma função real a valores reais, y=f(x). Sabendo-se que g(x)=f(x-3), encontre o valor de g(1)+g(4)+g(10).



____

____

4. (Pucpr 2015) Seja a uma função afim $f(x)$, cuja forma é $f(x) = ax + b$, com a e b números reais. Se $f(-3) = 3$ e $f(3) = -1$, os valores de a e b, são respectivamente:

____

____

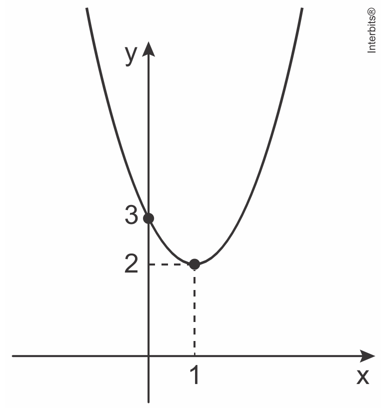
5. (G1 - cftmg 2005) A função f: IR → IR é definida por f(x) = ax - b. Se f(-2) = - 7 e f(1) = 2, então $a^2 - b^2$ é igual a

____

____

6. (Mackenzie 2018) Se $f(x) = ax^2 + bx + c$ é tal que $f(2) = 8$, $f(3) = 15$ e $f(4) = 26$, então $a + b + c$ é igual a

7. (Espm 2018) O gráfico abaixo representa uma função quadrática $y = f(x)$.



O valor de $f(-6)$ é:

8. (Eear 2016) Na função $f(x) = mx - 2(m - n)$, m e $n \in \mathbb{R}$. Sabendo que $f(3) = 4$ e $f(2) = -2$, os valores de m e n são, respectivamente

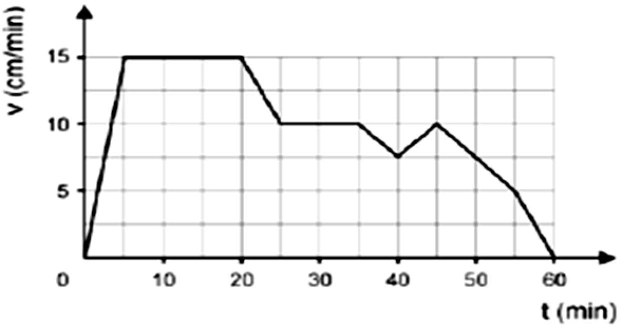
APÊNDICE C - TESTE DE VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM

1.Qual das alternativas representa um fenômeno periódico

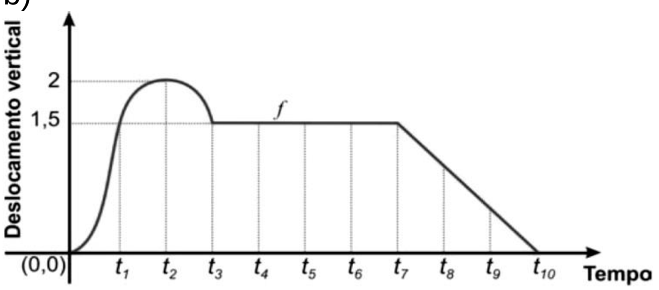
a) Lançamento de uma moeda e verificar face voltada para cima
b) Lançamento de um dado e verificar a face voltada para cima
c) Retirada de uma carta do baralho
d) Recebimento de cartas
e) Respiração

2. Qual das alternativas abaixo representa um gráfico de uma Função Periódica.

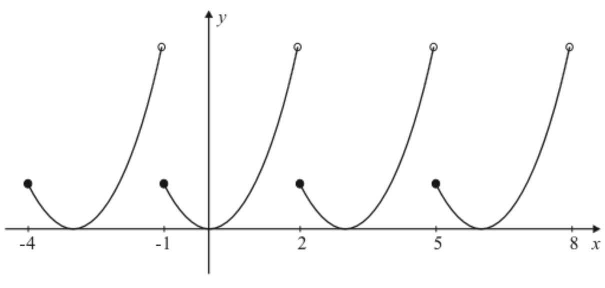
a)



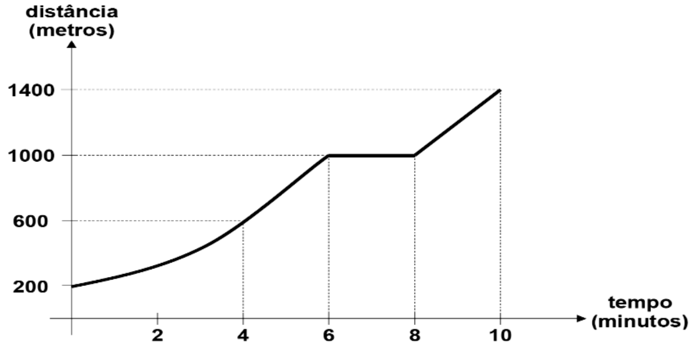
b)



c)

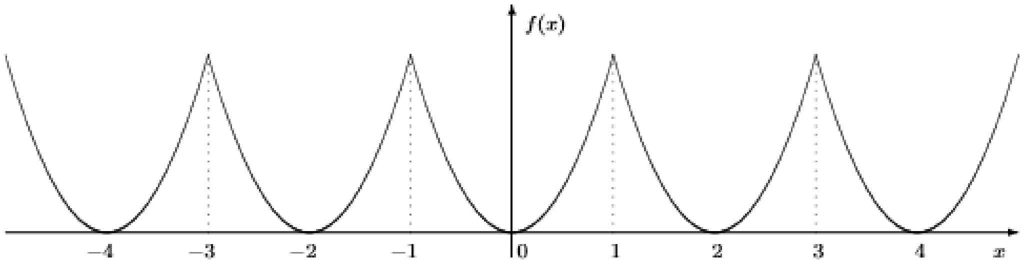


d)



3. Uma bomba de água aspira e expira água a cada três segundos. O volume de água da bomba varia entre um mínimo de 2 litros e um máximo de 4 litros. Analisando a situação descrita no texto, qual o período desse fenômeno periódico?
a) 1
b) 2
c) 3
d) 4

4.Analisando o gráfico, responda:



a) O gráfico representa uma Função Periódica? Justifique sua resposta

___

___

___

b) Qual o Período observado no Gráfico?

___

___

___

5.O balanço pélvico do andar feminino, ocorre quando a mulher se desloca no seu andar, a vara oscilará em torno de seu centro para cima e para baixo, acompanhando o ritmo da pélvis, supondo que o movimento se complete ao cabo de 1,5 segundos.

a) o texto descrito a cima representa um fenômeno periódico? Justifique sua resposta

___

___

___

6.A tabela apresenta alguns valores de função periódica g(t).

t	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
f(t)	14	19	17	15	13	11	14	19	17	15	13	11	14	19	17

a) Qual o valor de g(34) e g(60)?

___

___

___

b) Qual o período da função?

___

___

___

ANEXOS

ANEXO A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido-Aluno

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIENCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DA MATEMÁTICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada O **ensino de Função Periódica a partir da sequência didática à luz das unidades de reconstrução conceitual**, sob a responsabilidade dos pesquisadores **orientador Natanael Freitas Cabral e orientando Fabricio da Silva Lobato** vinculados a Universidade do Estado do Pará.

Nesta pesquisa nós estamos buscando aplicar uma sequência didática sobre o conceito de Função Periódica no qual será feito gravação de vídeo e áudio**.** A colaboração do aluno (a) será resolver a sequência didática com as questões norteadoras para a realização da pesquisa.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá gasto ou ganho financeiro por participar na pesquisa.

Não há riscos. Os benefícios serão de natureza acadêmica com um estudo estatístico dos resultados obtidos sobre o **ensino de Função Periódica.**

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com **orientador Natanael Freitas Cabral e orientando Fabricio da Silva Lobato** por meio da Coordenação do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática (PMPEM) do Centro de Ciências Sociais e Educação(CCSE) da Universidade do Estado do Pará(UEPA): Tv. Djalma Dutra s/n.Telegrafo. Belém-Pará- CEP: 66113-010; fone: 4009-9542

__________________, ______ de ________________ de 2022.

____

Assinatura dos pesquisadores

Eu,____ aceito participar da pesquisa citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

____

Participante da pesquisa

ANEXO B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido-Responsável

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIENCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DA MATEMÁTICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Senhor(a) responsável você está sendo consultado sobre a possibilidade de seu filho (a), para participar da pesquisa intitulada: O **ensino de Função Periódica a partir da sequência didática à luz das unidades de reconstrução conceitual** sob a responsabilidade dos pesquisadores **Natanael Freitas Cabral, orientador e orientando Fabricio da Silva Lobato** vinculados a Universidade do Estado do Pará.
Com esse trabalho estamos buscando aplicar uma sequência didática sobre o conceito de Função Periódica no qual será feito gravação de vídeo e áudio**.** A colaboração do aluno (a) será resolver a sequência didática com as questões norteadoras para a realização da pesquisa e essa atividade ocorrerá nas dependências da escola sob a supervisão de um professor.
Em nenhum momento o aluno (a) identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a identidade do discente será preservada.
Você e o aluno não terão gasto ou ganho financeiro por participar na pesquisa.
Não há riscos. Os benefícios serão de natureza acadêmica gerando um estudo estatístico dos resultados obtidos sobre o ensino de Função Periódica a partir da sequência didática à luz das unidades de reconstrução conceitual.
Você é livre para decidir se seu filho(a) colaborará com a pesquisa sem nenhum prejuízo ou coação.
Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.
Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Natanael Freitas Cabral e orientando Fabricio da Silva Lobato** por meio da Coordenação do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática (PMPEM) do Centro de Ciências Sociais e Educação(CCSE) da Universidade do Estado do Pará(UEPA) : Tv. Djalma Dutra s/n.Telegrafo. Belém-Pará- CEP: 66113-010; fone: 4009-9542

_________________, ______ de ________________ de 2022.

____

Assinatura dos pesquisadores

Eu,____

autorizo que meu/minha filho(a)____ a participar da pesquisa citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

____

Assinatura do responsável