



HAL
open science

**A INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS DO MODELO
PIAGETIANO NA ABORDAGEM INSTRUMENTAL:
uma análise de situações matemáticas para construção
do conceito de potência integrado a calculadora**

Eliane Santana de Souza Oliveira, Anderson Souza Neves, Santos Farias

► **To cite this version:**

Eliane Santana de Souza Oliveira, Anderson Souza Neves, Santos Farias. A INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS DO MODELO PIAGETIANO NA ABORDAGEM INSTRUMENTAL: uma análise de situações matemáticas para construção do conceito de potência integrado a calculadora. Fenômenos de aprendizagem: princípios ativos para o ensino de ciências e matemática., Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, pp.128-145, 2021, 978-65-87114-52-1. hal-03750116

HAL Id: hal-03750116

<https://hal.science/hal-03750116>

Submitted on 11 Aug 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

A INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS DO MODELO PIAGETIANO NA ABORDAGEM INSTRUMENTAL: uma análise de situações matemáticas para construção do conceito de potência integrado a calculadora

Eliane Santana de Souza Oliveira¹
Anderson Souza Neves²
Luiz Márcio Santos Farias³

Considerações iniciais

O objetivo desse artigo é apresentar uma discussão da Abordagem Instrumental, para integração de instrumentos tecnológicos na construção do conhecimento matemático, em especial, a potenciação, averiguando elementos do modelo piagetiano convergente com a Abordagem Instrumental. Para isso, pontuamos algumas relações da epistemologia do modelo cognitivista piagetiano na Abordagem Instrumental. A Abordagem Instrumental de Rabardel que se baseia na noção de esquemas de Piaget proporcionou por meio dos esquemas de utilização, junto ao modelo SAI, a compreensão de um conceito matemático integrado a um instrumento tecnológico. Nesse contexto, consideramos a noção de esquemas para realização da gênese instrumental da calculadora simples, analisamos situações matemáticas que permitissem a relação sujeito e objeto do saber mediado pelo instrumento, para a construção do conceito de potência. Considerando os elementos teóricos analisados, compreendemos que para a aprendizagem dos conceitos matemáticos, é necessário a construção de esquemas de ação que possibilite a integração efetiva de diferentes instrumentos tecnológicos e proporcione a mediação entre as relações do sujeito com o objeto do saber e, assim, resulte em novas descontextualizações e recontextualizações dos saberes por meio de novos esquemas.

Palavras-chave: Abordagem Instrumental. Modelo Piagetiano. Aprendizagem Matemática. Calculadora. Potenciação.

1. Introdução

A educação é um campo multidisciplinar, uma vez que congrega conhecimentos de diversas áreas do conhecimento no sentido de atrair subsídios para a compreensão do indivíduo, suas relações sociais e as intrínsecas relações físico-emocionais que convergem para o

¹ Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências - UFBA. Professora Assistente da área de Educação Matemática do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana. essoliveira@uefs.br

² Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências - UFBA. Professor da Licenciatura em Matemática à distância pela UFBA, das redes de ensino do estado da Bahia e do município de Salvador. andersonsneves@gmail.com

³ Doutor em Didática das Ciências e Matemática - UM2-França. Professor Adjunto do Instituto de Humanidades, Artes e Ciências Prof. Milton Santos (IHAC) e do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da UFBA/UEFS. Coordenador do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa, Ensino e Didática das Ciências, Matemática e Tecnologias - NIPEDICMT. lmsfarias@ufba.br

desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem. Destarte, a Educação Matemática também é uma confluência de diversos saberes como por exemplo: a matemática, psicologia, pedagogia, sociologia, epistemologia, antropologia, ciências cognitivas (LORENZATO & FIORENTINI, 2001).

Nesse sentido, os preceitos da Psicologia têm sido de grande valia para a compreensão do funcionamento do pensamento, o desenvolvimento das estruturas ligadas à aprendizagem, dentre outras coisas. Esses pressupostos trazem à tona uma série de estudos e contribuições diversas, inclusive nas teorias da aprendizagem de base cognitivas. Há diversos trabalhos que se destacam, entre eles o de Jean Piaget que apresenta contribuições significativas para diferentes áreas, entre elas a matemática.

A matemática é bastante conhecida, desde as séries iniciais até o Ensino Médio, por ser considerada pelos alunos como uma das disciplinas mais difíceis. Tal dificuldade perdura nos processos de ensino e de aprendizagem, refletindo em resultados de avaliações de larga escala, como a Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), composta pela Prova Brasil e Provinha Brasil, as quais trazem como resultado um nível baixo de desempenho dos alunos na referida disciplina (INEP, 2019).

Essa complexidade no desempenho em matemática faz-nos refletir sobre diferentes fenômenos e abordagens que venha auxiliar no processo de ensino e a aprendizagem dessa disciplina. E, desse modo, baseados no bloco básico de acordo com os PCNs números e operações, questionamo-nos sobre a efetividade do trabalho nas escolas. Conseqüentemente, o estudo de potência, enquanto uma das operações matemáticas básicas para o ensino, leva-nos a investigar sobre o tema.

O processo de ensino e de aprendizagem de potência apresenta dificuldades desde o seu início, geralmente no 6º ano do Ensino Fundamental, até o Ensino Médio. Feltes (2007), Paias (2009) e Silva (2013), ratificam essa afirmação ao apontarem em suas pesquisas dificuldades e erros relacionados à definição do procedimento de potência, às propriedades de potências, ao expoente negativo, entre outras. Um exemplo disso é a interpretação de potência como uma multiplicação de base por expoente.

Em busca de caminhos para amenizar as dificuldades na aprendizagem de potência, apresentamos, nesse artigo, a utilização de tecnologias, em especial, a calculadora simples já que é muito acessível. A calculadora surge como uma forma de proporcionar a construção do

procedimento de potência integrado a tecnologias de modo a aproximar o objeto matemático do aluno, por meio de uma Abordagem Instrumental.

Esta Abordagem, proposta por Pierre Rabardel (1995,) é oriunda da ergonomia cognitiva alicerçada em noções básicas consolidados por Piaget como a noção de esquema que permite a mediação do sujeito com uma ferramenta tecnológica, enquanto instrumento para construção do conceito de um objeto matemático, por meio de esquemas de utilização.

Nesse sentido, o presente trabalho objetiva apresentar uma discussão da Abordagem Instrumental, destacando as potencialidades da mesma para integração de instrumentos tecnológicos, para construção do conhecimento matemático de potenciação, caracterizando elementos do modelo piagetiano convergente com a abordagem supracitada.

2. Epistemologia do modelo cognitivista piagetiano na abordagem Instrumental

A abordagem Instrumental de Rabardel (1995) se apoia na psicologia, mais especificamente, em noções trabalhadas por Piaget e aprofundadas por Vergnaud (1990). Nesse sentido, vamos discorrer um pouco sobre o modelo de Piaget e, em seguida, articularemos com a Abordagem Instrumental.

Jean Piaget é um dos precursores do construtivismo à cognição humana. Segundo Moreira (1999) importantes obras de Piaget surge na década de 20, mas é na década de 70 que há uma redescoberta e uma ascensão de suas ideias. As obras de Piaget são imensas, recordaremos alguns dos seus conceitos chaves do seu modelo, bem como conceitos que influenciaram na Abordagem Instrumental de Rabardel (1995).

Uma das características do modelo piagetiano é que o autor concebe o desenvolvimento cognitivo como uma continuidade, um processo de mudanças qualitativas nas estruturas cognitivas que definem níveis distintos, que ele define como estágios de desenvolvimento. São os períodos de desenvolvimento mental, os quais são divididos em quatro períodos de desenvolvimento cognitivo, a saber: período sensório-motor, pré-operacional, operacional-concreto, operacional-formal. A própria ideia de continuidade apresentada, alerta para o fato de que não se deve pensar nos estágios como momentos distintos, estanques, sobretudo por se tratar do desenvolvimento humano, em sua complexidade. Ainda assim, Piaget não descarta a ideia de que cada estágio tem uma gênese e um período de consolidação, e embora o próprio autor ratifique que seja perigoso identificar, de maneira rígida, o estágio com uma idade, esse

é um dos critérios que se utiliza para ter uma noção (ainda que não definitiva) dos limites entre um e outro estágio.

Além disso, o construtivismo de Piaget traz outras contribuições de grande destaque, as quais são a noção de equilíbrio que é baseado nas noções de assimilação e acomodação. Na assimilação há a interação do sujeito com o objeto parte do organismo, ou seja, é do interior para o exterior. O sujeito constrói esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade. (MOREIRA, 1999). Assim o sujeito assimila e incorpora a seus esquemas de ação a realidade.

Mas, quando os esquemas de ação não conseguem assimilar uma situação, o sujeito ou desiste ou há um processo de modificação, o qual Piaget denomina de acomodação. É na acomodação que o desenvolvimento cognitivo, ocorre, por meio da construção de novos processos de assimilação. A acomodação é a reconstrução da assimilação, e por meio do equilíbrio entre ambos processos temos o que Piaget denomina de adaptação. Esse processo de equilíbrio de desestabilização de esquemas antigos e reconstrução ocorre até na fase adulta.

A ação é outro conceito importante destacado em Piaget, que comunga com a Abordagem Instrumental. Moreira (1999, p.101) destaca que “Piaget considera as ações humanas como base do comportamento humano. Tudo no comportamento parte da ação”. A noção de esquema também é outro conceito de grande contribuição de Piaget, a qual foi bastante difundida em seu modelo, por meios dos esquemas de ação, no intuito de organizar as habilidades sensoriais-motoras e intelectuais. A noção de esquema de Piaget é base para Abordagem Instrumental, inclusive após contribuições de Vergnaud, que utilizou a noção introduzida por Piaget, ampliando a noção do conceito.

Esquema é o conceito introduzido por Piaget para dar conta das formas de organização tanto das habilidades sensorio-motoras como das habilidades intelectuais. Um esquema gera ações e deve conter regras, mas não é um estereótipo porque a sequência (sic) de ações depende dos parâmetros da situação (VERGNAUD, 1994 *apud* MOREIRA, 2002, p. 12).

A noção de esquema para o autor permite compreender não apenas questões comportamentais, mas também processos de resoluções de problemas. Vale salientar que no construtivismo piagetiano as interações estavam relacionadas ao sujeito-objeto, já com Vergnaud na Teoria dos Campos Conceituais⁴, as interações o autor utilizava esquema-situação.

⁴ A Teoria dos Campos Conceituais foi desenvolvida para estudar as condições de compreensão do significado do saber escolar pelo aluno. Trata-se de buscar as possibilidades de filiações e rupturas entre as ideias da matemática, levando em consideração as ações realizadas e compreendidas (PAIS, 2002, p.51-52)

Destaco essa diferenciação, pois a interação sujeito-objeto piagetiana, assemelha-se a utilizada na abordagem Instrumental.

Quando nos referimos ao ensino e a aprendizagem em matemática, encontramos algumas dificuldades na compreensão de alguns conceitos, que por vezes pode está relacionados a forma de trabalhar esses conceitos, e assim a utilização de uma ferramenta tecnológica, pode auxiliar na aprendizagem do conceito, utilizando por meio de esquemas de utilização a ferramenta enquanto um instrumento.

Nesse sentido, temos a Abordagem Instrumental de Pierre Rabardel (1995) e colaboradores que se apoia na noção de esquema de Piaget, e refinada por Vergnaud. Essa abordagem fornece elementos para compreender a ação do sujeito mediado pelo instrumento, no campo social e científico. Essa abordagem não se restringe apenas a educação. A abordagem instrumental está baseada na ideia de uma contribuição fundamental de ferramentas e atividades na aprendizagem humana (TROUCHE, 2005).

A seguir vamos explanar sobre a relação da utilização de uma ferramenta tecnológica na condição de instrumento, por meio da Abordagem Instrumental, para construção do conceito matemático.

3. Fenômenos de aprendizagem matemática: os esquemas de utilização e a o modelo SAI para compreensão de um conceito matemático integrado a um instrumento tecnológico

Oriunda da ergonomia⁵ cognitiva e da didática profissional, a Abordagem Instrumental, desenvolvida por Rabardel (1995), está relacionada à aprendizagem da utilização e da aplicação de ferramentas tecnológicas ou qualquer outro recurso enquanto instrumento (HENRIQUES, 2019). Essa abordagem distingue um artefato de um instrumento.

De acordo com a Abordagem Instrumental, Rabardel (1995 Apud NOGUEIRA FARIAS; FARIAS, 2007, p. 18) afirma que o “artefato é um dispositivo material utilizado como meio de ação e instrumento é construído pelo sujeito ao longo de um processo no qual um artefato transforma-se progressivamente em instrumento”. Esse processo de transformação de um artefato para um instrumento foi denominado por Rabardel (1995) de gênese instrumental.

⁵ A ergonomia, é a relação do homem com uma ferramenta de trabalho (HENRIQUES, 2019 p.38)

Na Abordagem Instrumental ao falar de esquemas, estamos nos referindo ao sujeito que age sobre um objeto/ferramenta, e assim o esquema tem um dinamismo que é essencial para diferenciação de artefato e instrumento. Um artefato pode ser um meio material, como um balde, uma foice ou um meio simbólico. Já o instrumento é o artefato incorporado, esquemas de utilização do artefato, produzido pelo sujeito.

Se pegarmos uma ferramenta não conhecida para um sujeito, por exemplo, uma calculadora, e apresentarmos a um sujeito (pode ser um aluno) que não a conhece, para esse aluno a calculadora será um objeto sem significado, a não ser que seja transformado em instrumento, conhecendo-se, assim, suas funções, as atividades em que ela pode ser utilizada, configurando-se, dessa maneira, como um instrumento útil e eficaz.

Nesse sentido, o utilizador (sujeito) deve desenvolver habilidades e competências para reconhecer situações nas quais um dado instrumento é apropriado e, em seguida, executar as situações por meio desse instrumento. Esse processo de execução compete ao utilizador desenvolver esquemas de utilização.

Vale salientar, conforme destaca Bittar (2011), que cada sujeito constrói seus esquemas próprios, diferenciando assim seu instrumento do instrumento do outro; conforme a manipulação do sujeito ao instrumento, há a construção de novos esquemas, evoluindo e transformando o instrumento; e um mesmo artefato oportuniza diferentes instrumentos, construídos por sujeitos distintos.

Rabardel (1995) apresenta três categorias para os esquemas, a saber:

esquemas de uso – correspondentes às atividades relativas à gestão das características e propriedades específicas do artefato; esquemas de ação instrumental – correspondentes às atividades para as quais o artefato é um meio de realização, e esquemas de atividades coletivas instrumentais – correspondentes à utilização simultânea ou conjunta de um instrumento num contexto de atividades, respectivamente, compartilhadas ou coletivas. (*Apud* HENRIQUES; ATTIE; FARIAS, 2007, p. 54)

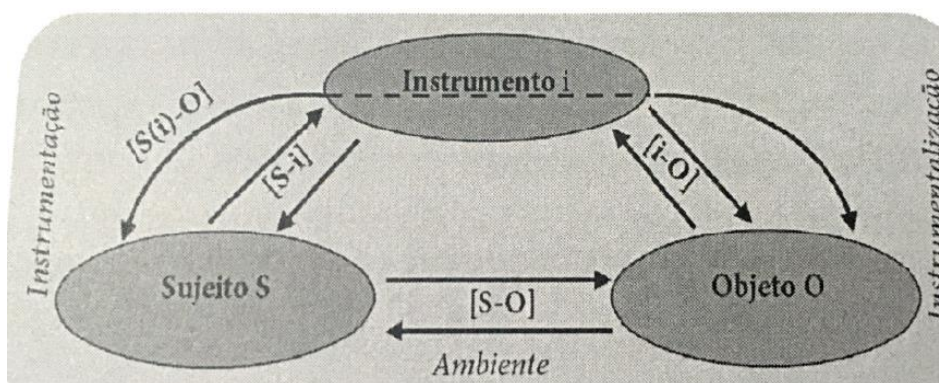
É válido destacar que um esquema de ação instrumentada de um sujeito poderá tornar-se um esquema de uso para esse mesmo sujeito com o passar do tempo. Podemos observar, por exemplo, ao fazer meia embreagem em uma cidade com ladeiras um sujeito que está aprendendo a dirigir, configura-se em um esquema de ação instrumental. À medida que ele fica mais experiente, a ação de fazer meia embreagem já se torna um esquema de uso, pois já pode ser realizado de forma mecânica.

Desse modo, como objetivamos discutir a Abordagem Instrumental, enquanto uma teoria da didática embasada na ergonomia cognitiva, para aprendizagem do objeto matemático de forma integrada a uma ferramenta tecnológica, destacamos a importância do trabalho com os esquemas de utilização de forma gradual, avançando conforme destacado pelo autor. Pois, concordamos que as primeiras atividades realizadas devem estar relacionadas às propriedades e características do artefato utilizado, neste caso, a calculadora padrão, respeitando-se como primeiro o esquema de uso.

Em seguida, os sujeitos envolvidos passarão à segunda categoria – esquemas de ação instrumentada –, reconhecendo atividades referentes a aprendizagem da matemática, no qual o artefato é um meio de realização. E, por fim, ocorre o processo da gênese instrumental, no qual os sujeitos já utilizam o instrumento em um meio de atividades compartilhadas e coletivas, envolvendo de forma efetiva o artefato, transformado em instrumento, no processo de aprendizagem de matemática.

Rabardel (1995) e Verillon (1996) apresenta o modelo de Situações de Atividades Instrumentais – SAI, para melhor esclarecer as relações entre o sujeito e o objeto sobre qual ele age. Destacando assim, as interações oriundas das atividades instrumentais.

Figura 1 – Modelo SAI.



Fonte: Henriques (2019, p.44)

No modelo SAI temos as seguintes interações, conforme observamos na figura 01: interações entre sujeito-objeto [S-O], sujeito e instrumento [S-i], instrumento e objeto [i-O] e o sujeito e o objeto mediado pelo instrumento [S(i)-O]. O sistema SAI é “inscrito num ambiente constituído pelo conjunto das (potencialidades, limitações, etc.) que intervém nas atividades instrumentais.” (HENRIQUES, 2019, p.44)

Rabardel (1995) apresenta duas dimensões para a gênese instrumental: a instrumentação (orientada para o sujeito – [S-i]), que tem vínculo com o surgimento e evolução de esquemas de utilização e da ação instrumental, ou seja, é a relação entre sujeito e instrumento, é fazer uso do instrumento explorando suas funções; e a instrumentalização (orientada para o artefato - [i-O]), que tem relação com o enriquecimento das propriedades do artefato, ou seja, é a relação entre sujeito e objeto, mediada pelo instrumento. É ir além das propriedades e funções, é criar novas funções e potencialidades para esse instrumento.

Utilizar a Abordagem Instrumental associado a aprendizagem de conceitos matemáticos integrados a instrumentos tecnológicos é possibilitar, uma exploração maior para resolução de problemas, em campos distintos: algébricos, numéricos e gráficos, uma vez que permite maior exploração de diferentes representações de um saber matemático, bem como a possibilidade de desconstruir e reconstruir um esquema antes elaborado.

Nesse sentido, ao ser submetido a aprender/construir um conceito matemático por meio da integração de um instrumento tecnológico, o aluno poderá construir esquemas de utilização, de modo a permitir avanços que proporcione as interações destacadas no modelo SAI, conseguindo assim uma integração efetiva de um instrumento tecnológico para aprendizagem de um conceito matemático.

Desse modo, agregamos mais possibilidades de interações para aprendizagem de conceitos matemáticos entre o homem (aluno) e as tecnologias, utilizando as mesmas a seu favor. É a integração das tecnologias para construção do objeto do saber matemático.

4. Análise de situações matemática sobre o conceito de potência por meio da Abordagem Instrumental

Ao que se refere a aprendizagem de conceitos matemáticos integrados a instrumentos tecnológicos, vale destacar que as relações entre o sujeito-objeto, sujeito e instrumento, instrumento e objeto, e sujeito e o objeto mediado pelo instrumento, permite a construção de esquemas de utilização que favorecem o uso do instrumento tecnológico a favor da superação de dificuldades relacionadas a aprendizagem de conceitos matemáticos.

Se observarmos o conceito de potência, por exemplo, analisando algumas pesquisas (FELTES, 2007; PAIAS, 2009; SILVA 2013) sobre o ensino e a aprendizagem de potenciação, podemos observar que as mesmas têm apresentado dificuldades relevantes sobre o assunto para

os alunos. Esses autores, como destacam Souza (2015), trazem que algumas dificuldades apontadas nessas pesquisas são a respeito da compreensão do conceito de potência, interpretando-a como uma multiplicação de base por expoente.

De acordo com o autor Caraça (1951), a potência a^n é um produto de fatores iguais:

$$a^n = a.a.a\dots a, \text{ sendo } a^1 = a \text{ e } a^0 = 1, \text{ onde } a \in \mathbb{IN} \text{ e } n \in \mathbb{IN}.$$

Ao número a , fator que se repete, denominamos de base, ao número n denominamos expoente e o resultado, potência (CARAÇA, 1951). Este autor esclarece que a base a desenvolve um papel passivo e o expoente n um papel ativo. Essa explicação apresentada pelo autor do livro *Conceitos Fundamentais da Matemática*, não difere das apresentadas nos livros didáticos do 6º ano do Ensino Fundamental, que trazem a potência como multiplicação de fatores iguais.

Apesar do conceito de potência, não apresentar, aparentemente, grandes dificuldades, existe um erro recorrente cometido pelos alunos, o qual diz respeito a interpretação do conceito de potência como a soma da base com o expoente ou como uma multiplicação da base com o expoente.

Podemos inferir, que esse erro ocorre, muitas vezes, por iniciar o trabalho com potência com a base 2. Uma vez que a potência de base 2, quando o expoente também é 2, temos três operações que resultam em um mesmo resultado, o que pode confundir na compreensão do conceito de potência, observem: Explique a potência $2^2 = 4$, nesse caso o aluno pode interpretar de três formas distintas: Multiplicação de base por expoente, $2 \times 2 = 4$; Somando o valor da base mais o valor do expoente, $2 + 2 = 4$; e por fim resolvendo como uma multiplicação de fatores iguais, $2^2 = 2 \times 2 = 4$. Isso pode gerar um obstáculo didático, uma vez que por ocorrer essa coincidência com a potência de base 2, o aluno pode se confundir, e ao não compreender o conceito de potências, toma como verdade uma das duas operações equivocadas, e ao assimilar um desses esquemas, acaba não compreendendo o conceito trabalhado.

Desse modo, a utilização de um instrumento tecnológico integrado a construção do conceito, nesse caso de potência, permitirá a realização e interações, que permita que os estudantes construam esquemas de utilização, para compreensão do conceito de potência.

Analisamos algumas situações para trabalhar a construção do conceito de potência, por meio de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, com o instrumento calculadora

(calculadora simples, conhecida como calculadora de bolso). As situações apresentadas foram planejadas para ocorrerem antes da abordagem do conceito de potência.

A primeira situação matemática apresentada está relacionada a manipulação do artefato, e construção de esquemas de uso para o artefato ser transformado em um instrumento. O Objetivo dessa situação é a exploração das funções da calculadora pelos alunos, visto que, nesse esquema, Rabardel (1995) destaca a gestão das propriedades e as características do artefato.

Quadro 1: Situação 2 para construção do conceito de potência

Situação 1

1º) Apertem a seguinte sequência de teclas e observem o que acontece:

a) $5 + 3 = = = = =$

b) $3 \times 3 = = = = =$

c) $4 \times 4 = = = = =$

2º) Vamos conhecer a utilização das teclas de memória. Experimentem a seguinte utilização das teclas de memória e observem o que acontece: 50 M- 2x5 M+ 3x5 M+ MRC. O que aconteceu?

Fonte: Souza (2015)

O intuito dessa atividade consiste em fazer os alunos compreenderem as propriedades da calculadora, percebendo o que acontece ao realizar as operações indicadas e também conhecessem todas as funções como as teclas de memórias que é pouco conhecida por parte significativa de alunos e professores. Nesse esquema de uso, temos a interação sujeito instrumento. Vale destacar, que nos itens b) e c) da questão 1, os estudantes já poderão perceber a regularidade da multiplicação de fatores iguais. E também observar que as operações realizadas na calculadora, explicita uma lógica de operações matemáticas que estão implícitas.

A segunda situação, apresentada no **Quadro 2**, representa uma situação matemática utilizando a calculadora simples como um instrumento, para trabalhar uma multiplicação de fatores iguais, com um meio material.

Quadro 2 - Situação 2 para construção do conceito de potência

Situação 2: Com uma folha de papel ofício e uma calculadora simples resolva o desafio abaixo.

Passo 1: Dobre a folha de papel ao meio e observe que obteve 2 partes iguais, digite o número 2 na calculadora, escolha uma das quatro operações e registre na calculadora.

Passo 2: Agora dobre mais 1 vez e registre na calculadora.

Passo 3: Dobre mais 1 vez a folha e registre na calculadora conservando a operação escolhida anteriormente.

Passo 4: Novamente dobre a folha e registre na calculadora.

Passo 5: Sem abrir a folha, responda em quantas partes a folha ficou dividida.

Passo 6: Explique a estratégia utilizada.

Passo 7: Qual operação você utilizou na calculadora?

Passo 8: Agora abra a folha de papel e compare a quantidade de partes em que a folha está dividida com o resultado encontrado na calculadora.

Fonte: Souza (2015)

O objetivo desta situação, é fazer com que os alunos percebam uma multiplicação de fatores iguais a cada vez em que dobram a folha; para isso, eles devem registrar na calculadora cada vez que realizam uma dobra na folha, dividindo a parte inteira em duas partes.

Essa situação, ao trazer o meio material com a calculadora e a utilização da folha de papel ofício, os alunos podem explorar e construir o conceito por meio da experimentação. Reiteramos que, ao solicitar aos alunos a escolha de qualquer uma das quatro operações, proporciona a oportunidade de escolha e desenvolvimento de estratégias, incentivando, assim, uma discussão a respeito dos resultados encontrados, permitindo que os alunos possam agir, falar e tirar suas próprias conclusões. Nessa perspectiva, o processo de deixar livre a operação utilizada proporciona uma rica construção que se fortalecerá no momento de socialização dos resultados, junto a mediação do professor.

Figura 2 – Exemplo de um estudante resolvendo a situação 2, com uso da calculadora



Fonte: Souza (2015)

De acordo com o registro apresentado, essa situação poderá proporcionar a integração da calculadora para o ensino de potência, devido ao fato de oportunizar a construção de esquemas de uso e de ação instrumentada pelos alunos, como afirma Rabardel (1995) explorando as propriedades da calculadora e em seguida apresentando a situação para construção do saber potência, permitindo, assim, uma utilização efetiva. E assim comungando com Rabardel (1996) e Verillon (1996) temos nessa situação a interação sujeito e o objeto mediado pelo instrumento [S(i)-O].

A terceira situação, da sequência de atividades para construção do conceito de potência, refere-se a uma situação a ser realizada em grupos, permitindo a discussão de esquemas a serem construídos utilizando meios materiais, como a calculadora simples, uma caixa em formato de cubo 5 cm por 5 cm e alguns cubos pequenos 1 x 1.

Quadro 3 - Situação 3 para construção do conceito de potência

Situação 03: Dado uma caixa no formato de cubo que possui 5 cm de largura, 5 cm de comprimento e 5 cm de altura, determinar quantos cubinhos de 1cm de largura, 1cm de comprimento e 1 cm de altura cabem dentro dessa caixa.

1º) Utilizando a calculadora encontre o resultado do problema.

2º) Explique qual a estratégia utilizada para resolver o problema.

3º) Qual a operação matemática utilizada para resolver o problema?

4º) Agora, com auxílio de outros cubinhos, preencha todo o cubo para confirmar o resultado encontrado.

Observação: Entregar 15 cubinhos de 1 cm² para cada grupo.

Fonte: Souza (2015)

Para realização desse problema, foi determinada a quantidade específica de 15 cubos de 1cm x 1cm, mas poderia ser outra. A partir dessa quantidade, espera-se que os alunos, desenvolvam estratégias em grupo para resolver o problema solicitado. Ressaltamos, que o uso dos cubinhos junto à calculadora, com a intenção didática de construir a ideia inicial de potência por meio desses materiais, é desafiador para o aluno, visto que faz com que os grupos de alunos busque desenvolver estratégias e as valide com os conhecimentos prévios trabalhados.

Essa situação, mobiliza além da multiplicação de fatores iguais, a noção geométrica. Mesmo sendo planejada para o 6º ano do Ensino Fundamental, a situação 3 permite a construção de esquemas de ação instrumental e esquemas de atividades coletivas instrumentais (RABARDEL, 1995), uma vez que os estudantes deverão discutir como traçar uma estratégia de preenchimento do cubo, utilizando 15 cubinhos, e a calculadora simples, por meio de uma operação matemática. Nessa situação novamente temos a interação do sujeito e o objeto mediado pelo instrumento [S(i)-O] (RABARDEL, 1995).

Nesse sentido, temos a situação 4, que comunga com a situação 3, uma vez que ela também busca um trabalho com multiplicações de fatores iguais, com os alunos divididos em grupo, permitindo a discussão de esquemas a serem construídos utilizando meios materiais, como a calculadora simples e palitos de picolé.

Quadro 4 - Situação 4 para construção do conceito de potência

Situação 4: Construa um triângulo com os palitos de picolé recebidos.

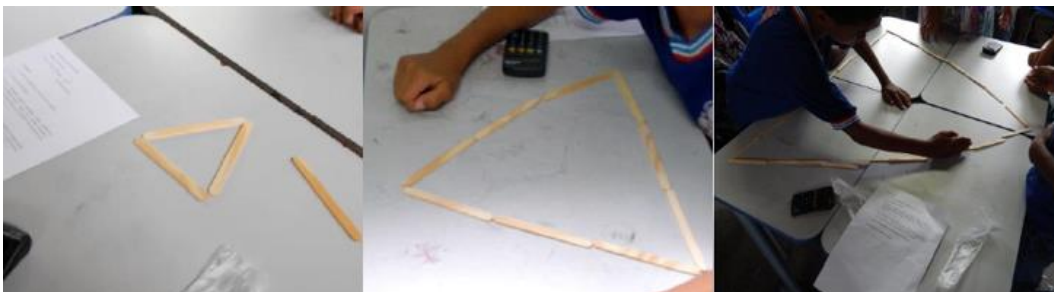
1. Quantos palitos você utilizou?
2. Utilizando a calculadora triplique a quantidade de palitos utilizada para construção do triângulo anterior e registre. Com o resultado encontrado é possível construir um único triângulo com lados iguais? Caso seja possível faça a construção.
3. Com a quantidade de palitos utilizados para construção do triângulo anterior triplique novamente na calculadora e registre o resultado. É possível construir outro triângulo com essa quantidade de palitos? Se sim, construa.
4. O que vocês observaram com a construção de cada triângulo?
5. Qual a operação matemática utilizada?

Fonte: Souza (2015)

Essa situação ressalta a importância do meio material, com os palitos de picolé e a calculadora simples, integrados à calculadora para o trabalho com a ideia de potência no 6º ano do EF. Nessa situação, observa-se que uma condição para realização da atividade é a necessidade de se fixar uma quantidade de 4 palitos para iniciar a resolução da situação. Essa restrição ocorreu devido à intenção de, junto com a construção do saber potenciação, relembrar a propriedade fundamental de existência dos triângulos.

Após a primeira manipulação, e percepção que com 3 palitos se constrói um triângulo, a atividade se desenvolve solicitando que os alunos tripliquem o valor de palitos gastos para construção dos triângulos. Assim espera-se que os alunos percebam a regularidade de uma multiplicação de base 3, e de forma intuitiva, e consigam por meio da utilização de esquemas para o instrumento calculadora, junto a manipulação dos palitos, a construção do conceito de potência, mesmo ainda não formalizado. E só ao final da atividade, o professor institucionalize o saber potenciação definindo o conceito de potência.

Figura 3 – Exemplo de estudantes resolvendo a situação 4.



Fonte: Souza (2015)

Observa-se que na situação 4, a calculadora a serviço da construção do conhecimento, uma vez que, a situação permite que os estudantes integrem a calculadora para o estudo da potenciação, por meio da criação de esquemas que permitam a evolução do artefato para instrumento. E assim, resulte na interação do sujeito com o objeto mediado pelo instrumento [S(i)-O] (RABARDEL, 1995).

Ao trabalhar para aprendizagem de um conceito por meio da integração de um instrumento, requer reconhecemos as potencialidades e entraves do instrumento utilizado como afirma Henriques (2019). Segundo este autor, a potencialidade “é um conjunto de qualidades de um artefato [...] associado aos conhecimentos de um instrumento capaz de permitir ao sujeito agir sobre um objeto do saber, visando solucionar problemas em torno deste objeto de maneira eficiente e, eventualmente dinâmica” (HENRIQUES, 2019, p.46).

Nesse sentido, nas situações apresentadas, com o instrumento calculadora, observamos que o mesmo apresenta como potencialidades a possibilidade proporcionar diferentes formas de explorar o conceito, construindo esquemas de utilização para explorar o saber potenciação, por meio de diferentes técnicas de calcular a multiplicação os estudantes podem explorar o conceito de forma intuitiva. Outro fator é o fácil acesso do instrumento tecnológico calculadora, por possui um baixo custo e ser popular, o que permite a utilização pro parte significativa dos estudantes da Educação Básica.

Já os entraves, Henrique (2019, p. 47) define como “um conhecimento característico de um artefato específico [...] de um instrumento contendo informações acessíveis ou não pelo sujeito. Tais informações podem ser modificadas pelo sujeito de maneira a solucionar o seu problema”. Alguns entraves que levantamos são: temos que verificar a máquina, para que não possua erros no sentido físico-eletrônico; outro entrave é a limitação do números de algarismos de um número e/ou operação, de acordo com o tamanho da tela da calculadora; temos também os diferentes tipos de calculadora, como por exemplo as de celulares, científicas, de computadores, podem apresentar alterações nas sintaxes e na organização.

Desse modo, comungamos com Rabardel (1995) ao destacar que a aprendizagem e a aplicação de ferramentas tecnológicas, por meio de esquemas de utilização, na condição de instrumento são de grande valia. Ainda ressalto, que ao integrado o instrumento para construção do conhecimento em especial, para construção de conceitos matemáticos, o ganho na aprendizagem satisfatório.

5. Opções para corrigir ou realinhar as fragilidades identificadas

Ao trabalhar com aprendizagem de conceitos matemáticos buscando articular de forma efetiva com tecnologias enquanto instrumento, requer embasamento teórico para promover um fenômeno de aprendizagem efetivo.

Mas, destacamos que, para que ocorra um trabalho efetivo com a potenciação e a calculadora (ou outra ferramenta tecnológica e/ou outro conceito matemático) enquanto instrumento, é necessário a integração da mesma com o objeto do saber matemático envolvido. Não basta inseri-la em situações esporádicas, é fundamental que a mesma torne-se parte integrante dos materiais didáticos utilizados frequentemente pelo professor (BITTAR, 2011), de modo a quebrar paradigmas quanto ao uso da calculadora no ensino de matemática. Visto que, uma das fragilidades na utilização de tecnologias em sala de aula, é a não utilização da

ferramenta/instrumento enquanto parte do planejamento do professor, com objetivos e funções bem definidas, e sim apenas como uma aula diferenciada como uso de tecnologias.

Outro fator que merece destaque, para uma aprendizagem efetiva de conceitos matemáticos integrado a tecnologias enquanto instrumento, é os possíveis entraves que ao artefato tecnológico pode ter, como destacado na seção acima. Uma vez que observado e mapeado os possíveis entraves do artefato, o professor que mediará a interação do aluno com o objeto do saber, deverá buscar planejar situações matemáticas, de acordo com as limitações do artefato utilizado, bem como o teste para que cada artefato tecnológico esteja em condições de uso.

Nesse sentido, o conhecimento do artefato, e o momento de familiarização para construção de esquemas de uso, é crucial para que o estudante possa desenvolver seus esquemas, e permitir a integração do instrumento para melhor compreender os conceitos matemáticos estudados. Desse modo, para que a aprendizagem de conceitos matemáticos integrados com instrumentos tecnológicos ocorra de forma efetiva, é necessário a realização da gênese instrumental, bem como a construção de esquemas de uso, esquemas de ação instrumental e esquemas de atividades coletivas instrumentais. Pois só assim, os estudantes poderão explorar instrumentos tecnológicos ((re)conhecendo-os), assimilar e adaptar novos esquemas de ação, para que recontextualizem os objetos do saber trabalhados para seu entendimento.

Considerações Finais

O presente trabalho objetivou apresentar uma discussão da Abordagem Instrumental, destacando as potencialidades da mesma para integração de instrumentos tecnológicos, para construção do conhecimento matemático, em especial, a potenciação, buscando elementos do modelo piagetiano convergente com a Abordagem Instrumental. Desse modo, buscamos destacar a importância da construção de esquemas de utilização para mediação das interações sujeito e objeto do saber mediado pelo instrumento, a fim de destacar a importância da Abordagem Instrumental para aprendizagem matemática com tecnologias.

Nesse contexto, discorreremos sobre alguns princípios norteadores do modelo de Piaget, buscando destacar os conceitos desse modelo, utilizado na abordagem Instrumental de Rabardel. Destacamos nesses estudos a noção de esquemas de Piaget como contribuição e grande valia, em especial após a ampliação o conceito por Vergnaud (1990).

Ao explicitarmos sobre a Abordagem Instrumental, discutimos a transformação e artefatos para instrumentos, por meios de acréscimos de esquemas de utilização. O modelo SAI destacado, apresenta possibilidades de interação entre o sujeito, objeto do saber em atividades instrumentais. E desse modo, por meio das interações entre o sujeito, objeto do saber e instrumento, acrescentamos uma gama de possibilidades para aprendizagem de conceitos matemáticos entre o homem (aluno) e as tecnologias, utilizando as mesmas a seu favor.

Quando ampliamos nossos olhares para analisar situações matemáticas, construídas embasadas na Abordagem Instrumental, fazemos um recorte para o objeto matemático potenciação, a fim de explorar situações que permitam construir o conceito do saber potenciação, antes do mesmo ser formalizado pelo professor. E escolhemos como ferramenta tecnológica para nosso instrumento, a calculadora simples, devido seu baixo custo e fácil acesso.

Nesse sentido, a integração da calculadora em sala de aula, por meio de esquemas de utilização foi destacada, mostrando a importância de iniciar um trabalho com um instrumento tecnológico por meio do reconhecimento das suas potencialidades e funções – esquema de uso; e, em seguida, partir para esquemas de atividades instrumentais, utilizando para exploração de um saber matemático em jogo; e por fim, buscar atividades instrumentais coletivas que permita a construção de esquemas, de forma conjunta, para construção do conceito do saber matemático, em nosso caso, a potenciação.

Assim como a Didática da Matemática tem como base influências do construtivismo de Vygostsky e Piaget, na formação do construtivismo didático. A Abordagem Instrumental enquanto uma abordagem, que podemos dizer, que faz parte da Didática da Matemática também sofre algumas influências desses autores. Destacamos a noção de esquema como maior influência piagetiana na Abordagem Instrumental, sendo uma teoria procedente da engenharia psicológica, ou seja, da ergonomia cognitiva (“aquisição de conhecimento pelo homem ao longo da relação com sua ferramenta de trabalho” (HENRIQUES, 2019, p. 39). Uma vez que a partir dos esquemas pode-se organizar habilidades intelectuais e sensório-motoras como destaca Piaget.

Destacamos que diferentes campos da Educação Matemática, como a Didática da Matemática ressaltado anteriormente, têm como base de suas teorias e abordagens, as teorias de aprendizagem de base cognitiva, permitindo a compreensão dos processos de desenvolvimento de aprendizagem. Vale salientar a importância das mesmas na Educação, e no

processo e mediação da construção do conhecimento pelo aluno, permitindo por meio de interações e ações, com diferentes meios, uma integração efetiva de instrumentos para construção do conhecimento matemático.

REFERÊNCIAS

- BITTAR, M. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 1, p. 157-171, 2011.
- CARAÇA, B. J. **Conceitos Fundamentais da Matemática**. Lisboa: Tipografia Matemática, 1951. Disponível em: <http://www.im.ufrj.br/nedir/disciplinas-Pagina/Caraca_ConceitosFundamentais.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- FELTES, Rejane Z. **Análise de erros em potenciação e radiciação**: um estudo com alunos de Ensino Fundamental e Médio. 2007. 136 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **O profissional em educação matemática**. Universidade Santa Cecília, 2001. Disponível em: <http://sites.unisanta.br/teiadossaber/apostila/matematica>, acessado em 14 de junho de 2020.
- HENRIQUES, A.; ATTIE, J. P.; FARIAS, L. M. S.. Referências Teóricas da Didática Francesa: Análise didática visando o estudo de integrais múltiplas com auxílio do software Maple. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, v. 9.1, 2007.
- HENRIQUES, A. **Saberes universitários e as suas relações na educação básica**: uma análise institucional em torno do cálculo diferencial e integral e das geometrias. Ibicaraí: Via Litterarum, 2019.
- INEP. **Relatório SAEB**. Brasília. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. 2019. 162 p. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484421/RELAT%C3%93RIO+SAEB+2017/fe63936-8002-43b6-b741-4ac9ff39338f?version=1.0>>. Acesso em 20 set. 2020.
- PAIAS, A. M. **Diagnóstico dos erros sobre a operação potenciação aplicada a alunos dos ensinos fundamental e médio**. 2009. 219 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.
- PAIS, L. C. **Didática da matemática: uma análise da influência francesa**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.
- MOREIRA, M. A. **Teoria de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.
- NOGUEIRA FARIAS, V.L.; FARIAS, L. M. S.. Construção de situações de aprendizagem em geometria plana utilizando o software cabri-geomètre: o deslocamento no ambiente computacional cabri-geomètre. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

MATEMÁTICA- diálogos entre a pesquisa e a prática educativa, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Sociedade Brasileira de Educação Matemática/Regional Belo Horizonte, 2007.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies**. Approche cognitive des instruments contemporains. Paris: A. Colin, 1995.

SILVA, M. C. da. **Educação Matemática** : Conhecimentos Docentes acerca de potenciação. 2013. 114 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió.

SOUZA, E. S. de. **Uma proposta de utilização efetiva da calculadora padrão no ensino de potência**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências – Universidade Federal da Bahia, Salvador – Ba, 2015.

TROUCHE, L.. **Calculators in mathematics education**: A rapid evolution of tools, with differential effects. Cidade? Lyon, 2005. Disponível em: <<https://www.academia.edu/2744640/Trouche>>. L. 2005 Calculators in mathematics education A rapid evolution of tools with differential effects Acesso em: 01 out. 2020.

VERGNAUD, G. La théorie de champs conceptuels. **Recherches en Didactique de Mathématiques**, v. 10, n. 23, p. 133-170, 1990.

VERGNAUD, G. O que é aprender? In: BITTAR, M., MUNIZ, C. A. (Org.). A aprendizagem matemática na perspectiva da teoria dos Campos Conceituais. Curitiba: CRV, 2009. p. 13-35.

VERILLON P. La problématique de l'enseignement : un cadre pour penser l'enseignement du graphisme, Revue GRAF & TEC. V. 0 n° , Université Fédérale Santana Catarina, Brésil. 1996.