Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática
REVISTA DYNAMIS
ISSN 1982-4866
FURB

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA NO ENSINO DOS NÚMEROS E SEUS CONJUNTOS

CRITICAL MEANINGFUL LEARNING IN NUMBERS AND THEIR SETS TEACHING

Adriana Regina da Rocha Chirone
Doutoranda em Educação pela Universidade de Burgos/Espanha
Universidade Federal de Roraima (UFRR)/Colégio de Aplicação (CAp)
a_chirone@hotmail.com

Marco Antonio Moreira
Doutor em Ensino de Ciências
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)/Instituto de Física
moreira@if.ufrgs.br

Concesa Caballero Sahelices
Doutora em Física
Universidade de Burgos/Faculdade de Educação
concesa@ubu.es

Resumo

Esse trabalho faz parte de um estudo doutoral em andamento realizado em aulas de matemática do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola no Estado de Roraima, Brasil. Tem como objetivo analisar a compreensão que os estudantes têm dos números e seus conjuntos, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel e na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) de Moreira. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram: uma prova de lápis e papel, elaborada para avaliar a aprendizagem, e uma autoavaliação. As análises dos resultados serão discutidas a partir dos princípios da TASC e do modelo triádico de Gowin (1981), com o compartilhamento de significados dos alunos em relação aos números e seus conjuntos. Para tanto serão apresentados os resultados do diagnóstico inicial, uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e um modelo de avaliação fundamentada pelas teorias de aprendizagem que orientaram as ações do professor e essa pesquisa. Buscaram-se evidências de que a sequência didática apresentada neste trabalho alcançou seu objetivo com 77,5% dos alunos demonstrando compreender dois ou mais dos indicadores de aprendizagem.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa Crítica, UEPS, Números e seus Conjuntos, Modelo Triádico de Gowin.

Abstract

This paper is part of ongoing doctoral research that was developed in 8th grade at elementary school classes of Mathematics in the state of Roraima, Brazil. It aims to analyze the level of students comprehension about numbers and their sets under the framework of Ausubel's Meaningful Learning Theory (MLT) and Moreira's Theory of Critical Meaningful Learning (TCML). We used a paper and pen test especially developed for evaluating learning evidence, and a self-evaluation procedure as data collecting. Analyses of results are discussed based on the TCML principles and under the perspective of Gowin's triadic model (1981), that is, favoring the negotiation of meanings grasped by the students related to the concepts of numbers and their sets. Thus, initial diagnostics results are presented together with a proposal of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) and an evaluation model grounded in the learning theories that have guided the teacher's actions and the development of this research proposal. We looked for pieces of evidence of the seeming effectiveness that the teaching sequence presented had accomplished its objective with 77.5% of students demonstrating understanding two or more of the learning indicators.

Keywords: Theory of Critical Meaningful Learning; Potentially Meaningful Teaching Unit; Numbers and their Sets; Gowin's Triadic Model.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de matemática fundamentado na teoria da aprendizagem significativa crítica implica romper com abordagens tradicionais de ensino em que o professor expõe conceitos e exemplos numéricos sem nenhuma referência com a realidade dos alunos. Um exemplo é o ensino dos números irracionais, que geralmente são apresentados como números infinitos e não periódicos, tendo as raízes quadradas não exatas e o número π (pi) como seus principais elementos.

David Ausubel (1918-2008) fundamenta a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) mostrando outro caminho, no qual o professor deve primeiro conhecer o que o estudante já sabe para depois apresentar um novo conceito ou proposição, sendo necessária a utilização de organizadores prévios que facilitem a aprendizagem, quando o estudante não está preparado cognitivamente para receber esse novo conceito.

Este trabalho é parte de um estudo doutoral em andamento, cujo objetivo geral é o de promover Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) no ensino de matemática no 8º ano do Ensino Fundamental do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Roraima (CAp/UFRR), em Boa Vista, Roraima. Apresentam-se aqui os resultados preliminares deste estudo, tendo como objetivo específico: analisar a compreensão dos estudantes sobre números e seus conjuntos. A pesquisa está fundamentada na TAS de Ausubel (2000) e na TASC de Moreira (2010) e apresenta uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) (MOREIRA, 2011) para promover Aprendizagem Significativa Crítica na unidade de números no Ensino Fundamental anos finais.

Os instrumentos de coleta de dados são: uma prova de lápis e papel, elaborada para avaliar a aprendizagem, e uma autoavaliação. As análises dos resultados serão discutidas a partir dos princípios da TASC e do modelo triádico de Gowin (1981), com o compartilhamento de significados dos alunos em relação aos números e seus conjuntos. Para tanto serão apresentados os resultados do diagnóstico inicial, uma proposta de UEPS e um modelo de avaliação fundamentada pelas teorias de aprendizagem que orientam as ações do professor e esta pesquisa.

2 MARCO TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA

Conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, "O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo", (AUSUBEL, 2000). O autor defende a interação entre o conhecimento novo e o conhecimento prévio, ou seja, "[...] a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em subsunçores relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende" (MOREIRA E MASINI, 2016).

Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados aos estudantes antes do novo material educativo, sempre que os conhecimentos prévios dos alunos sejam insuficientes ou inexistentes para servirem de subsunçores que possam ancorar e facilitar a nova aprendizagem (AUSUBEL, NOVAK E HANESIAN, 1980).

Luckesi (2011) destaca a importância do ato de avaliar que junto com os atos de planejar e executar formam o ato pedagógico. Para organizar o ato de planejar, Moreira e Masini (2016) propõem a utilização das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas UEPS (Moreira, 2011), ou seja, o professor deve planejar o ensino fundamentado em uma teoria de aprendizagem, no caso, a Teoria de Aprendizagem Significativa.

Segundo Moreira (2016) um dos princípios para construção e desenvolvimento de uma UEPS, é apresentar situações-problema em níveis crescentes de complexidade, contribuindo assim para que o aluno possa organizar seus conhecimentos em sua estrutura cognitiva de forma hierárquica, ou seja, promovendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora que segundo Ausubel (2000) são processos simultâneos existentes na estrutura cognitiva.

Para Moreira (2012), não basta que a aprendizagem seja significativa é preciso que seja critica, ou seja, é preciso permitir que o aluno faça parte do processo de aprendizagem e que esteja preparado para viver em sociedade, sendo parte dela ao mesmo tempo em que a crítica. Para isso, o autor apresenta onze princípios que constituem a base da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) que são:

> 1. Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos. (*Princípio do conhecimento prévio.*)
> 2. Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas. (*Princípio da interação social e do questionamento.*)
> 3. Aprender a partir de distintos materiais educativos. (*Princípio da não centralidade do livro de texto.*)
> 4. Aprender que somos perceptores e representadores do mundo. (*Princípio do aprendiz como perceptor/representador.*)
> 5. Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade. (*Princípio do conhecimento como linguagem.*)
> 6. Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras. (*Princípio da consciência semântica.*)
> 7. Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros. (*Princípio da aprendizagem pelo erro.*)
> 8. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência. (*Princípio da desaprendizagem.*)
> 9. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar. (*Princípio da incerteza do conhecimento.*)
> 10. Aprender a partir de distintas estratégias de ensino. (*Princípio da não utilização do quadro-de-giz.*)
> 11. Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão. (*Princípio do abandono da narrativa.*)

A TASC não se apresenta como uma estrutura didática, mas fundamenta modelos didáticos baseados na resolução de problemas. Essa metodologia de ensino aplicada à Matemática, encontra apoio nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Neste trabalho utilizam-se os onze princípios apresentados por Moreira (2010) para promover aprendizagem significativa crítica no ensino de números e seus conjuntos. Esses princípios devem nortear as ações dos professores tanto no planejamento quanto na avaliação da aprendizagem.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa desenvolvida pela pesquisadora e professora durante as aulas de matemática do 8º ano do Ensino Fundamental do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Roraima (CAp/UFRR).

Foram utilizados como instrumento para coleta de dados uma prova de lápis e papel e uma autoavaliação, sendo ambos analisados mediante o modelo triádico de Gowin, cuja ação educadora está baseada na relação entre aluno, professor e materiais educativos.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA CONSTRUÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO

Diferente das sequências didáticas tradicionais que, em geral, não estão fundamentadas em nenhuma teoria de aprendizagem, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) apresentam um roteiro de atividades planejadas tendo como fundamento a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC).

Destaca-se que esta proposta de UEPS foi construída e desenvolvida no primeiro bimestre do ano letivo de 2018, podendo ser adaptada para qualquer período que se pretenda desenvolver a unidade de números no Ensino Fundamental anos finais.

4.1 PROPOSTA DE UEPS PARA O ENSINO DE NÚMERO

4.1.1 Situação inicial: Atividade diagnóstica. Distribuir fichas com números para que cada aluno possa fazer comentários orais sobre o número que recebeu, indicando o conjunto ao qual pertence (Naturais, Inteiros ou Racionais). Em seguida, solicitar que escrevam seus comentários em uma folha de papel destacando o número recebido, o que sabe sobre ele. O que sabe sobre os números e seus conjuntos em geral. (Tempo disponível: 2 aulas).

4.1.2 Revisão dialogada sobre os conjuntos numéricos (Naturais, Inteiros e Racionais): iniciar a aula com comentários dos alunos sobre a aula anterior. Se necessário, fazer uma revisão sobre a utilização dos números e seus conjuntos. Na sequência, propor atividades em pequenos grupos de dois ou três alunos seguida de exposição oral ao grande grupo das resoluções realizadas pelos alunos. Utilizar a diferenciação progressiva para desenvolver os estudos sobre os números racionais, começando com exemplos mais gerais. Dar uma visão do todo, do que é mais importante, para definir os números racionais, seguida de exemplos específicos de como determinar a fração geratriz de uma dízima periódica simples para depois apresentar uma situação-problema mais complexa: determinar a fração geratriz de uma dízima periódica composta. (Tempo disponível: de 4 a 5 aulas).

4.1.3 Organizador prévio: Utilizar uma atividade prática de medir o comprimento (c) e o diâmetro (d) de objetos circulares para construir o conceito do número π (pi). Seguida de autoavaliação da atividade realizada. Atividade complementar para casa: solicitar que os alunos pesquisem na *internet* sobre o π (pi). Iniciar a aula seguinte com comentários dos alunos sobre a pesquisa realizada seguida da atividade de resolução de problema em pequenos grupos com a socialização das respostas no grande grupo. (Tempo disponível: de 5 a 6 aulas).

4.1.4 Promover nova diferenciação progressiva para desenvolver os estudos sobre os números irracionais, começando com exemplos mais gerais como π (pi) e Φ (Fi) através da leitura do texto: "Fi (Φ): o número de ouro dos gregos" (pág.30 do livro didático, Dante, 2015). Seguida de exemplos específicos de como determinar a raiz quadrada não exata de um número, com ou sem o uso de uma calculadora. Propor aos alunos a realização de exercícios seguida de exposição oral e correção com a participação dos mesmos no quadro de giz. (Tempo disponível: 5 a 6 aulas).

4.1.5 Promover a reconciliação integrativa ou integradora através de breve exposição oral sobre os conjuntos numéricos estudados utilizando a construção no quadro de giz do Diagrama de Venn. Na sequência propor novas atividades colaborativas em pequenos grupos e socialização das respostas no grande grupo, envolvendo negociação de significados e mediação docente. (Tempo disponível: de 4 a 5 aulas).

4.1.6 Realizar uma avaliação somativa individual com questões que indiquem compreensão, evidência de captação de significados e capacidade de transferência. Realizar em **seguida autoavaliação**. (Tempo disponível: 2 aulas).

O quadro 01 apresenta um resumo do planejamento para o ensino dos números e seus conjuntos, fundamentado na TASC tendo como objetivo geral: Ensinar a classificação dos números, seus conjuntos e subconjuntos, utilizando uma sequência didática organizada a partir dos princípios da TAS e da TASC.

Quadro 01 – Resumo do planejamento para o ensino dos números e seus conjuntos, fundamentado na TASC.

Conteúdos	Objetivos/Carga Horária	Princípios da TASC	Atividades desenvolvidas
Conjunto dos números naturais (N), inteiros (Z), racionais (Q), seus subconjuntos	✓ Diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre números e seus conjuntos. ✓ Conhecer os conjuntos dos números naturais (N), inteiros (Z), racionais (Q), seus subconjuntos e aplicações no cotidiano. ✓ Reconhecer o conjunto dos números naturais como um subconjunto do conjunto dos números inteiros / 2h.	Conhecimento prévio. Interação social e questionamento. Não centralidade do livro didático. Aprendiz como perceptor/representador. Conhecimento como linguagem. Consciência semântica. Aprendizagem pelo erro. Não utilização do quadro de giz. Abandono da narrativa.	Técnica de acolhida. Atividade Diagnóstica. Aula expositiva e dialogada. Produção de texto. Atividades em pequenos grupos.
Conjunto dos números racionais (Q). Dízimas periódicas. Fração Geratriz.	✓ Reconhecer os números racionais representados em forma fracionária, decimal e dízimas periódicas. ✓ Determinar a fração geratriz de uma dízima periódica / 4h.	Conhecimento prévio. Interação social e questionamento. Não centralidade do livro didático. Aprendiz como perceptor/representador. Conhecimento como linguagem.	Aula expositiva e dialogada. Produção de texto. Atividades em pequenos grupos.

Conjunto dos números Irracionais (I). Perímetro da circunferência	✓ Diferenciar os números racionais dos irracionais. ✓ Reconhecer π (Pi) como número irracional fundamental para o cálculo de comprimento de uma circunferência. ✓ Resolver e elaborar problemas envolvendo cálculo do comprimento de uma circunferência / 6 h.	Conhecimento prévio. Interação social e questionamento. Não centralidade do livro didático. Aprendiz como perceptor/representador. Conhecimento como linguagem. Aprendizagem pelo erro. Não utilização do quadro de giz.	Aula prática (medir objetos circulares). Atividades em grupos. Produção de texto. Texto complementar. Pesquisa na internet.
Conjunto dos números Irracionais (I). Raiz quadrada aproximada	✓ Reconhecer a raiz quadrada não exata de números naturais como exemplos de números irracionais. ✓ Calcular raiz quadrada exata e aproximada de um número inteiro com e sem o uso de calculadoras /5 h.	Interação social e questionamento. Não centralidade do livro didático. Conhecimento como linguagem. Consciência semântica. Abandono da narrativa	Aula expositiva e dialogada. Atividades em pequenos grupos. Cálculo com e sem calculadora.
Conjunto dos números reais (R)	✓ Reconhecer o conjunto dos números reais como a união entre os conjuntos dos números racionais e irracionais / 4 h.	Não centralidade do livro didático. Conhecimento como linguagem. Consciência semântica. Abandono da narrativa.	Aula expositiva e dialogada. Atividades em pequenos grupos. Prova somativa. Produção de texto.

4.2 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Considerando a avaliação como um dos elementos-chave do processo educacional, acredita-se que deva estar fundamentada por uma teoria de aprendizagem. Portanto, foi elaborada uma avaliação somativa fundamentada na TAS e na TASC. Apresenta-se no quadro 02 o contexto de cada questão da prova somativa em relação aos princípios da TASC e os indicadores que se pretendem observar para buscar indícios de que os objetivos de ensino foram atingidos.

Quadro 02 Resumo da prova somativa em relação aos princípios da TASC

Questões	Contexto da questão	Princípios da TASC	Indicadores
Q 1	Analisar 10 sentenças colocando V para verdadeira e F para falsa, justificando suas respostas, considerando os conjuntos numéricos estudados.	Aprendiz como perceptor. Conhecimento como linguagem. Consciência semântica. Aprendizagem pelo erro. Desaprendizagem. Incerteza do conhecimento. Abandono da narrativa.	Percebe o que lhe é ensinado; entende que são representações. Compreende e fala a linguagem matemática. Compartilha significados aceitos contextualmente. Constrói modelos mentais. Procura não usar conceitos e concepções inadequados. Perceber que conceitos são definidos contextualmente. Busca descobrir o que errou. Corrige seus erros. Verbaliza sua compreensão.

Q 2	Descrever as principais características e diferenças entre o conjunto dos números racionais e o conjunto dos números irracionais.	Interação social e questionamento. Conhecimento como linguagem. Consciência semântica. Aprendizagem pelo erro. Abandono da narrativa.	Faz análise crítica. Interpreta diferentes linguagens. Compreende e fala a linguagem matemática. Compartilha significados aceitos contextualmente. Busca descobrir o que errou. Corrige seus erros. Verbaliza sua compreensão.
Q 3	Escrever números na forma de números decimais classificando-os em decimal exato, dízima periódica ou decimal infinito e não periódico.	Interação social e questionamento. Conhecimento como linguagem. Consciência semântica. Aprendizagem pelo erro.	Faz análise crítica. Interpreta diferentes linguagens. Compreende e fala a linguagem matemática. Compartilha significados aceitos contextualmente. Busca descobrir o que errou. Corrige seus erros.
Q 4	Construir uma reta numérica para representar com pontos os números da questão 3.	Conhecimento como linguagem. Consciência semântica. Aprendizagem pelo erro.	Compreende e fala a linguagem matemática. Compartilha significados aceitos contextualmente. Busca descobrir o que errou. Corrige seus erros.
Q 5	Provar que 0,888 … = 8/9.	Conhecimento como linguagem. Consciência semântica. Abandono da narrativa.	Compreende e fala a linguagem matemática. Compartilha significados aceitos contextualmente. Verbaliza sua compreensão.
Q 6	Resolver uma situação-problema envolvendo cálculo de uma circunferência.	Conhecimento como linguagem. Consciência semântica. Aprendizagem pelo erro. Abandono da narrativa.	Compreende e fala a linguagem matemática. Compartilha significados aceitos contextualmente. Verbaliza sua compreensão.

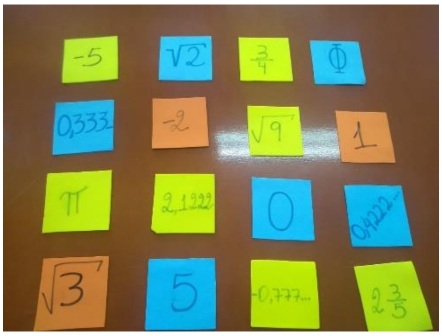
Propõe-se ainda como recurso avaliativo a utilização de uma autoavaliação que consiste em, após a realização da avaliação somativa, distribuir uma folha de papel para que os alunos escrevam comentários relatando seus acertos, suas dificuldades e observações sobre a avaliação realizada.

5 RELATO DO DESENVOLVIMENTO DA UEPS

Por ser o primeiro dia letivo foi preparada uma técnica com objetivo de acolher os estudantes e diagnosticar seus conhecimentos prévios sobre os conjuntos numéricos. Com as cadeiras dispostas em círculos, iniciou-se a distribuição de uma ficha com um número para cada estudante, conforme a Figura 01.

ISSN – 1982-4866. REVISTA DYNAMIS. FURB, BLUMENAU, V.27, N.2, 2021 – P. 03 - 19

Figura 1 – Fichas com exemplos de números reais



Fonte: Acervo pessoal dos autores

O objetivo era verificar se os estudantes sabiam identificar os números, relacionando-os com seus conjuntos numéricos, diferenciando seus subconjuntos. Ao sinal da professora, os alunos com números pertencentes ao conjunto indicado (naturais, inteiros ou racionais) deveriam se abraçar cantando: "*Seja bem-vindo* …"

Em seguida, solicitou-se que os estudantes comentassem, em uma folha de papel, algo sobre o número recebido: qual número, o que sabe sobre ele? O que sabe sobre os números e seus conjuntos em geral? Para que servem? Quando são utilizados no dia a dia? Apresenta-se no quadro 03 os resultados da atividade diagnóstica.

Quadro 03. Resultados da atividade diagnóstica

CATEGORIAS		INDICADORES	Nº	%
1	Compartilha significados aceitos	Quando o estudante compartilha significados aceitos sobre conceito do número	14	63,63%
2	Compartilha outros significados aceitos	Quando o estudante compartilha outros significados aceitos sobre as operações básicas, os subconjuntos e os números primos	19	86,36%
3	Compartilha significados parcialmente aceitos	Quando o estudante descreve a atividade realizada e compartilha no mínimo um significado aceito	2	9,09%
4	Compartilha significados não aceitos/ não existentes	Quando o estudante compartilha significados contextualmente errôneos ou declara não lembrar	9	40,90%
5	Compartilha experiências afetivas	Quando o estudante expressa comentários afetivos sobre a atividade desenvolvida com a colaboração da professora e/ou de outro estudante	11	50%
Alguns estudantes compartilharam significados em mais de uma categoria. A base de cálculo das porcentagens foram os 22 estudantes que participaram da atividade diagnóstica.				

Chirone, Moreira e Caballero, 2018. (Adaptação)

A partir do resultado da atividade diagnóstica, a aula seguinte iniciou com comentários dos alunos sobre a aula anterior e uma revisão dialogada sobre os conjuntos numéricos (Naturais, Inteiros e Racionais) ressaltando a utilização dos números naturais para contagem, códigos e medida. E também dos números inteiros para representação de temperatura, latitude, linha do tempo, saldos bancários e outros elementos do cotidiano.

Para promover a integração entre todos os alunos da turma foi utilizada a técnica de distribuir um número do 1 ao 8 em seguida formar grupos com todos os alunos que receberam o número 1, todos os números 2 e assim por diante, de forma que o exercício para fixação dos conteúdos fosse resolvido em pequenos grupos de dois ou três alunos. Seguida de exposição oral no grande grupo das resoluções realizadas pelos alunos.

Utilizando a diferenciação progressiva para desenvolver estudos sobre os números racionais, partindo da definição "*Q = {x|x = a/b, com a ϵ Z e b ϵ Z*}*" dialogar com os alunos sobre a condição de um número ser racional, se e somente se, for escrito em forma de fração. Começando com exemplos do tipo: "*0,5 é um número racional porque pode ser escrito na forma 5/10 que por sua vez é o mesmo que 1/2*". Questionar os alunos: "*e quando temos uma dizima periódica?" "Como fazemos para provar que 0,333... é um número racional?" "Qual sua forma fracionária?" "Alguém sabe o que é uma fração geratriz?*"

Apresenta-se a seguir o diálogo da professora (P) com os alunos (A) para construção do conceito de fração geratriz de uma dizimas periódica.

> P. *Vamos usar uma equação para encontrarmos a fração geratriz da dízima 0,333... O que uma sentença matemática precisa ter para ser uma equação*?
> A. *igual! Sinal de igualdade! Letra! Variável!*
> P. *Vamos chamar a Dízima periódica 0,333... de x*
> x = 0,333... (multiplicando por 10)
> 10x = 3,333...
> 10x = 3 + 0,333... (substituindo 0,333... por x)
> 10x = 3 + x
> 10x – x = 3
> 9x = 3
> x = 3/9
> x = 1/3

Após o exemplo explicativo (0,333... = 1/3) foi proposto que os alunos encontrassem a fração geratriz de outra dízima periódica simples. Dialogando com os alunos vamos levando-os a compreender como encontrar a fração geratriz de uma dízima periódica simples.

A aula seguinte iniciou com comentários orais sobre a aula anterior, seguida da correção dos exercícios, utilizada como motivação para apresentação, por parte do professor, de uma situação-problema mais complexa em forma de desafio: determinar a fração geratriz de uma dízima periódica composta. Na sequência foram realizadas atividades individuais (a fim de provar que dízimas periódicas são números racionais) e produção de texto sobre fração geratriz de uma dízima periódica.

Dando continuidade aos estudos dos conjuntos numéricos e considerando que os alunos não possuem subsunçores para aprendizagem dos números irracionais, por ser a primeira vez que estudarão esses números, fez-se necessário preparar uma atividade prática que servisse de organizador prévio para que este novo conteúdo pudesse ser ancorado.

Organizador prévio é uma estratégia proposta por Ausubel para facilitar a aprendizagem. Nesse caso, tem como objetivo: facilitar a aprendizagem significativa de números irracionais a partir da construção do conceito do número π (pi). Estudos detalhado dessa atividade foram apresentados no 7º ENAS – Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa (CHIRONE; MOREIRA; CABALLERO, 2018).

A atividade prática foi desenvolvida em grupos de 5 alunos. Cada grupo recebeu uma fita métrica para medir o comprimento (c) e o diâmetro (d) de objetos circulares (potes de plástico de vários tamanhos, tampas, copos, prato e balde de sorvete), entre eles, um corpo redondo (sólido geométrico em acrílico), registrando os resultados em uma tabela.

Em seguida, os alunos foram orientados a utilizar uma calculadora para dividir o valor do comprimento pelo diâmetro de cada um dos objetos obtendo valores próximos de 3,14 que corresponde ao valor do número π (pi).

Para avaliar a aprendizagem, foi solicitado aos alunos que escrevessem uma autoavaliação da atividade realizada. Os resultados desta atividade foram apresentados no 7º ENAS em 2018.

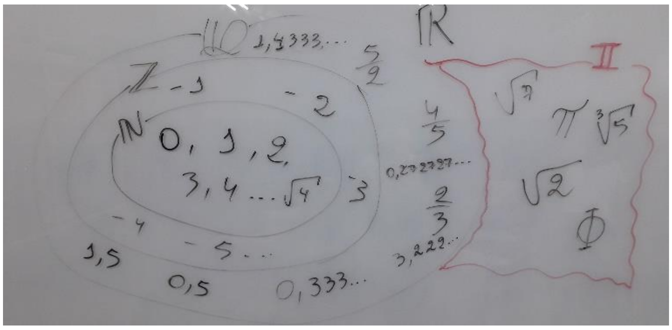
Como atividade complementar para casa foi solicitado que os alunos pesquisassem na *internet* sobre o π (pi). A aula seguinte iniciou com comentários dos alunos sobre a pesquisa realizada seguida de atividade em pequenos grupos (2 ou 3 alunos) para resolução de problema envolvendo medida de circunferência (diâmetro e raio) e correção das atividades com a socialização das respostas no grande grupo. Construiu-se assim, o conceito do número π (pi) como exemplo de número irracional, ou seja, um número infinito e não periódico, sendo π (pi) fundamental para o cálculo do comprimento de uma circunferência.

Dando continuidade aos estudos dos números irracionais fez-se necessário promover nova diferenciação progressiva, começando com a leitura do texto: "*Fi (Φ): o número de ouro dos gregos*" do livro didático (DANTE, 2015, p. 30), apresentando uma visão do todo, do que é mais importante para definir os números irracionais, seguida de exemplos específicos de como determinar a raiz quadrada de dois (√2).

Utilizando uma calculadora, os alunos foram orientados para que pudessem perceber que o resultado dessas raízes (√2, √3, √5, √6 ...) são números infinitos e não periódicos que podem ser calculados com ou sem o uso de uma calculadora, através do cálculo manual com uma, duas ou mais casas decimais. Na sequência, foram propostas novas atividades colaborativas em pequenos grupos e socialização das respostas no grande grupo, através da correção no quadro com a participação dos alunos, envolvendo negociação de significados e mediação docente.

Para concluir o desenvolvimento da UEPS realizou-se a reconciliação integrativa, ou integradora, através de breve exposição oral sobre os conjuntos numéricos estudados e sua construção no quadro do Diagrama de Venn com a participação dos alunos, levando-os a reconhecer o conjunto dos números reais como a união entre os conjuntos dos números racionais e irracionais conforme figura 02.

Figura 2[1] – Diagrama de Venn construído com os alunos



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Para avaliar o processo de ensino e aprendizagem desta unidade de ensino foi realizada uma avaliação somativa individual com questões que indicassem compreensão, evidencia de captação de significados e capacidade de transferência, seguida de autoavaliação.

Destaca-se aqui a primeira questão da avaliação (Q 1) que será analisada em seguida.

Q 1. Analise as sentenças colocando V para verdadeira e F para falsa. Justifique suas respostas, considerando os conjuntos numéricos estudados.

a) (   ) – 3 é um número natural. ____

b) (   ) 0,555... é um número racional. ____

c) (   ) √6 é um número racional. ____

d) (   ) 9/5 é um número inteiro.____

e) (   ) √9 é um número natural. ____

f) (   ) – 2, 1222... é um número irracional.___________________________________

g) (   ) π é um número real. ____

h) (   ) √8 é um número irracional. ____

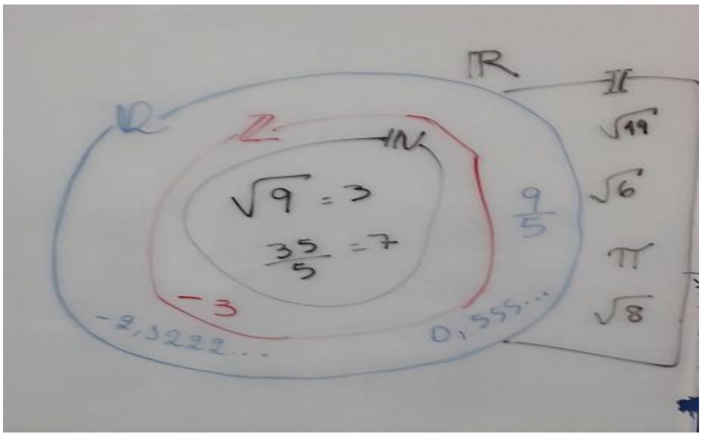
i) (   ) 35/5 é um número inteiro.____

j) (   ) √19 é um número natural. ____

Para uma melhor compreensão das análises dos resultados da questão 1 (Q 1) apresentamos a seguir, na figura 03, o diagrama de Venn com a classificação dos números relacionados em Q 1 e seus respectivos conjuntos numéricos. Essa figura foi construída com a colaboração dos alunos durante a correção oral da avaliação na sala de aula.

[1] Legenda da figura 2: R = Conjunto dos números Reais, Q = Conjunto dos números Racionais, I = Conjunto dos números Irracionais, Z = Conjunto dos números Inteiros e N = Conjunto dos números Naturais.

Figura 3[2] – Diagrama de Venn construído com os alunos durante a correção da avaliação



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Considerando que cada um dos 24 estudantes que realizaram a avaliação somativa responderam aos 10 (dez) itens da questão 1, foram analisadas qualitativamente 240 respostas de acordo com os parâmetros relacionados no quadro 04.

Quadro 04. Parâmetros para análise qualitativa dos dados.

CATEGORIAS		INDICADORES	Nº 240	100%
1	Compartilha significados aceitos	Quando o estudante compartilha significados aceitos analisando e justificando corretamente o número	105	43,75%
2	Compartilha significados aceitos com ressalva	Quando o estudante compartilha significados aceitos em relação ao número, mas não classifica o conjunto	32	13,33%
3	Compartilha significados parcialmente aceitos	Quando o estudante compartilha no mínimo um dos significados aceitos, mas não justifica sua resposta corretamente	49	20,42%
4	Compartilha significados não aceitos	Quando o estudante compartilha significados contextualmente errôneos (erra a classificação do conjunto)	18	7,5%
5	Não capta significado	Quando o estudante não responde a questão ou responde descontextualizado	36	15%
Considerando que cada um dos 24 estudantes respondeu 10 (dez) itens da questão 1, a base de cálculo das porcentagens foram as 240 respostas que correspondem aos 24 estudantes que participaram da avaliação somativa.				

Apresentamos na tabela 01 o detalhamento dos resultados da questão 01 de acordo com as categorias de aprendizagem do quadro 04.

[2] Legenda da figura 3: R = Conjunto dos números Reais, Q = Conjunto dos números Racionais, I = Conjunto dos números Irracionais, Z = Conjunto dos números Inteiros e N = Conjunto dos números Naturais.

Tabela 01. Resultados da questão 01 por categoria de aprendizagem

Item	Número	Compartilha significados aceitos	Compartilha significados aceitos com ressalva	Compartilha significados parcialmente aceitos	Compartilha significados não aceitos	Não capta significado
A	- 3	20	-	01	-	03
B	0,555...	16	03	02	01	02
C	√6	12	-	05	03	04
D	9/5	09	01	08	02	04
E	√9	09	-	06	-	09
F	-2, 1222...	08	01	07	04	04
G	π	07	11	05	01	-
H	√8	07	10	02	01	04
I	35/5	08	02	11	-	03
J	√19	09	04	02	06	03
Totais	10	105	32	49	18	36

6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Para Gowin (1981), o processo de aprendizagem visa compartilhar significados tendo como protagonistas da ação educadora o aluno, o professor e os materiais educativos. O professor compartilha com seus alunos significados aceitos pela comunidade científica, no entanto, nem sempre seus alunos captam esses significados da mesma forma.

Apresentamos a seguir comentários sobre cada um dos itens da questão 1. Buscamos evidências de uma aprendizagem significativa crítica tendo como indicadores as características dos princípios na TASC expostos no quadro 02 e os parâmetros para análises apresentados no quadro 04 e na tabela 01.

No item (a) o número inteiro (-3) foi analisado corretamente por 20 alunos (83,33%) sendo o maior índice de compartilhamento de significado aceito, justificado com frases como:

> *“Não, porque números naturais são positivos”.*
> *“Não números negativos são do conjunto Z”.*
> *“Porque isso é número inteiro que não é natural”*

O segundo melhor resultado no compartilhamento de significados aceitos foi no item (b) com 16 alunos (66,67%) justificando corretamente que o número (0,555…) é um número racional, utilizando para isso, as seguintes frases:

> *“Sim, porque no racional existem dízimas periódicas”.*
> *“Porque é uma dízima periódica portanto faz parte do conjunto racional”.*
> *“Sim. Porque racionais são constituídos de frações, dízimas periódicas, números decimais e etc...”.*
> *“Pois pode ser transformado em frações”.*

No item (c) a sentença "*√6 é um número racional”* foi considerada falsa por 18 alunos, mas apenas 12, que corresponde a 50% dos alunos, justificaram corretamente como escreveu uma aluna: “*não, porque ele é um decimal infinito e não periódico e pertence ao conjunto dos números irracionais*”. Outro aluno escreveu: “*pois sua raiz é infinita e não periódica*”. Destaca-se neste item que 05 alunos compartilharam significados parcialmente aceitos justificando que o número √6 "*não é um quadrado perfeito*", mesmo assim classificaram a sentença como verdadeira.

O item (d) com o número 9/5 obteve o maior índice de compartilhamento de significados parcialmente aceitos com oito alunos justificando que trata-se de um número fracionário, porém sem especificar que ele é um número racional e não é inteiro como afirmava a sentença. Outros dois alunos compartilharam significados não aceitos classificando-o como pertencente ao conjunto dos números irracionais. Destaca-se que apenas três alunos não captaram significado e um aluno não justificou sua resposta. Os demais dez alunos compartilharam significados aceitos justificando com as seguintes frases:

> *"F porque se simplificar dá um número não inteiro".*
> *"Não, pois ele é uma fração e pertence ao conjunto dos números racionais".*
> *"9/5 pertence ao conjunto Q dos números racionais".*
> *"Pois apresenta uma parte decimal".*

Destacaram-se na análise do item (e) dois extremos: com nove alunos compartilhando significados aceitos e justificando corretamente que √9 é igual ao número natural (3). No outro extremo temos também nove alunos que não captaram significado, pois não realizaram o cálculo da raiz quadrada, entre eles, cinco alunos que classificaram a √9 como número irracional pelo simples fato de ter sido apresentado na forma de raiz quadrada.

No item (f) temos a sentença falsa: "*– 2, 1222... é um número irracional*" sendo classificada como verdadeira por onze alunos, dos quais sete justificam reconhecendo que – 2, 1222… é uma dízima periódica. Encontra-se aqui evidências de que esses alunos identificam uma dízima periódica, mas erram na classificação do conjunto considerando como número irracional quando deveriam classificá-lo como número racional.

Ao levar em conta a classificação da sentença, apenas um aluno classificou-a como falsa no item (g), mesmo tendo reconhecido o símbolo, como podemos constatar na justificativa: "*Não ele é pi*". Os demais 23 alunos reconhecem π como número real, desses 7 alunos compartilham significados aceitos indicando em suas respostas que o número π pertence ao conjunto dos irracionais como na seguinte frase: *"Pois é um número irracional e o conjunto irracional faz parte do real"*. Encontra-se neste item o maior número de compartilhamento de significados aceitos com ressalva, pois 11 alunos justificam suas respostas sem indicar o conjunto numérico ao qual pertence, com as seguintes frases:

> *"V, pois todos os números são reais"*
> *"Verdadeira, pois o número π faz parte de um conjunto numérico".*

Encontra-se no item (h) a sentença verdadeira *√8 é um número irracional* sendo classificada corretamente por 19 alunos, entretanto apenas 7 deles compartilham significados aceitos justificando com frases: "*Pois sua raiz é infinita e não periódica*" ou ainda, "*√8 é uma raiz quadrada não exata, faz parte dos I* [3]*"*. Outros 10 alunos compartilharam significados aceitos com ressalva, justificando assim: "*Verdadeira. Pois raízes fazem parte do conjunto dos números irracionais*". Destaca-se ainda neste item que um aluno compartilhou significado não aceito cientificamente escrevendo a seguinte justificativa: "*Não. Porque ele é racional apesar*

[3] I Conjunto dos números irracionais.

de ser uma raiz quadrada não exata" e outros 4 alunos não captaram significados classificando a sentença como falsa pertencente a outros conjuntos numéricos.

No item (i) com a sentença "*35/5 é um número inteiro*", encontra-se o maior número de compartilhamentos de significados parcialmente aceitos, com 11 alunos apresentando alguma imprecisão, com nas seguintes justificativas:

> *"35/5 é pertencente ao conjunto Q porque é uma fração.*
> *"Sim, porque é positivo apesar de ser uma fração".*
> *"Pois sua raiz[4] é 7, e 7 é um número natural".*

Destaca-se no item (j) o maior índice de compartilhamento de significados não aceitos, com 06 alunos que mesmo tendo considerado a sentença: "*√19 é um número natural*" falsa, erraram na classificação do conjunto. Outros 03 alunos não captaram significados. Encontra-se aqui evidências de que esses alunos têm dificuldades na classificação dos números irracionais quando apresentados na forma de uma raiz quadrada. Ou seja, esses alunos têm dificuldades para entender representações e interpretar diferentes linguagens. Sendo necessário o uso da retroalimentação com a revisão das raízes quadradas não exatas para que posteriormente esses alunos possam compartilhar significados aceitos. Aplicam-se aqui os princípios da desaprendizagem e incerteza do conhecimento como previsto no quadro 02.

Ainda de acordo com o quadro 02, na questão 1 (Q 1) da avaliação somativa foram utilizados sete dos onze princípios da TASC para analisar a compreensão que os estudantes têm de número e seus conjuntos. Observou-se resultados positivos em relação aos seguintes princípios: aprendiz como perceptor; conhecimento como linguagem; consciência semântica; aprendizagem pelo erro; desaprendizagem; incerteza do conhecimento; abandono da narrativa.

Destaca-se ainda, através das observações e registros pessoais, a participação ativa dos alunos e integração entre eles durante a realização das atividades em pequenos grupos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo exposto, pode-se dizer que a UEPS desenvolvida com alunos do 8º ano contribuiu para promover Aprendizagem Significativa Crítica no ensino de números e seus conjuntos, uma vez que apenas 7,5% dos alunos compartilham significados não aceitos. Outros 15% não captaram significados, os demais 77,5% compartilham significados aceitos (sendo 43,75% aceito, 13,33% aceito com ressalva e 20,42% parcialmente aceito). Ou seja, 77,5% dos alunos compreendem dois ou mais dos seguintes itens: percebem o que lhe é ensinado, constroem representações mentais; buscam descobrir e corrigir seus erros; bem como utilizam-se da verbalização na forma escrita para demonstrar os conhecimentos adquiridos.

Acreditamos na relevância deste trabalho como subsídio para que outros professores de matemática possam promover Aprendizagem Significativa Crítica no ensino de números e seus conjuntos, bem como sua aplicação no ensino de outros conteúdos matemáticos.

[4] O aluno escreveu "Sua raiz" referindo-se ao resultado da simplificação da fração.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2000.

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Base Nacional Comum Curricular: Matemática.** Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF. 2017.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF. 1998.

CHIRONE, Adriana Regina da Rocha, MOREIRA, Marco Antonio e CABALLERO, Concesa Sahelices. **Análise da utilização de um organizador prévio para a Aprendizagem Significativa Crítica do conceito de números irracionais**. Comunicação oral realizada no 7º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa. Blumenau-SC, Anais eletrônicos. p. 118-123. 2018. Disponível em https://13135bb0bffe07b1730128b9db8bbdfb.filesusr.com/ugd/75b99d_0210cf63b92245f6b02220faf0bdacd4.pdf Acesso em 02/03/2020

DANTE, Luiz Roberto. **Projeto Teláris: Matemática: ensino fundamental 2**/ Luiz Roberto Dante-2ª edição. São Paulo: Editora ática, 2015.

GOWIN, D.B. **Educating**. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1981.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem: componente do ato pedagógico**. São Paulo: Cortez, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios Didáticos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências.** Instituto de Física, UFRGS, Brasil 2009 (1ª edição), (2ª edição revisada) Porto Alegre, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa Crítica/ Aprendizaje Significativo Crítico.** 2ª ed. Porto Alegre: Instituto de Física/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de Enzeñanza Potencialmente Significativas. **Aprendizagem Significativa em Revista,** v.1, n.2. pp.43-63, 2011.