ANAIS

IX.EIAS

IX ENCONTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

02 a 06 de setembro de 2019
Sorocaba, São Paulo, Brasil

Organização
Evelyse dos Santos Lemos (IOC-Fiocruz/RJ).
Fernanda Keila Marinho da Silva (DFQM-UFSCar/Sorocaba/SP)
João Batista dos Santos Junior (DFQM-UFSCar/Sorocaba/SP)
Maria José Fontana Gebara (DFQM-UFSCar/Sorocaba/SP)
Marco Antonio Moreira (IF-UFRGS/RS)

ISSN: 2237-0110

CAPES FAPESP UFSCar UNICAMP UFRGS IOC Instituto Oswaldo Cruz Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz

CORAL-RP-029 MAPAS CONCEITUAIS: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA

CONCEPTUAL MAPS: AN EXPERIENCE IN PHYSICS TEACHING AND LEARNING

ALMIR DE OLIVEIRA COSTA JUNIOR
Universidade do Estado do Amazonas/ Escola Superior de Tecnologia/ Laboratório de Inovação e Desenvolvimento de Tecnologias Educacionais/ Grupo de Estudos em Robótica na Educação/ adjunior@uea.edu.br

JOÃO DOS SANTOS CABRAL NETO
Instituto Federal do Amazonas/ Programa de Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico / jneto@ifam.edu.br

Resumo: O professor quando assume uma concepção de ensino, ele define que estratégia é mais adequada para promover a aprendizagem, implementa as etapas necessárias para aconcretização deste processo e ao final precisa avaliar o desempenho dos alunos considerando os objetivos pretendidos.Portanto, como avaliar a aprendizagem dos alunos de maneira adequada privilegiando esses aspectos? Este estudo utiliza o mapa conceitual como instrumento de avaliação para averiguar a aprendizagem de conceitos da cinemática no contexto da Teoria da Aprendizagem Significativa. Usa-se robótica como estratégia de ensino numa sequência de aulas em que são realizadas atividades que envolvem aula expositiva, experimentos e o uso do mapa conceitual. A partir de critérios estabelecidos para avaliar o mapa conceitual, foi possível obter evidências significativas da aprendizagem de alunos do 1o ano do Ensino Médio no que diz respeito a conceitos relacionados a cinemática. Os resultados evidenciam que este instrumento permitiu ao aluno manifestar com uma maior quantidade de características um determinado conceito, o que pode caracterizar indícios deuma aprendizagem significativa.
Palavras-chave: Ensino de Cinemática, Avaliação da Aprendizagem, Mapa Conceitual.

Abstract: When the teacher assume a sense of teaching, establishes strategy more appropriate for learning and implement steps for teaching and learning process, he need at the end to evaluate the performance of the students considering this aspects. How to evaluate the learning of the students which favours this aspects? This study use the concept map as evaluate instrument to check the learning of the kinematic in context of meaningful learning theory. Is used the robotics as intervention strategy during the presencial classes in which realized activities that involve lecture classes, experiment and the use of conceptual map. Based on established criteria to evaluate the conceptual map are estimated the learning of high school students in kinematic. The results show that this instrument allowed the student to exhibit with more characteristics on certain concept, what may evidence a meaningfullearning.
Keywords: Learning of kinematics, Evaluation of the learning, Conceptual map.

1 – INTRODUÇÃO

O ensino da cinemática na educação básica inicia, geralmente, no 9o ano do Ensino Fundamental e sua função propedêutica propicia ao aluno conhecer aspectos importantes do movimento de um objeto, ser apresentado ao formalismo matemático para entender e resolver problemas, que mais tarde, no Ensino Médio, pode tornar-seconhecimento prévio para a aprendizagem das leis de Newton. O ensino desse conteúdo necessita de dedicação, de uma estratégia de ensino para maximizar o desempenho do aluno na aprendizagem, tendo em vista que sua compreensão serve de aporte para a aprendizagem da Mecânica.

Uma estratégia possível para o ensino e aprendizagem da cinemática é o uso da robótica. Papert (2008), idealizador do uso da robótica no ensino, defende a ideia de que seres humanos aprendem melhor quando são envolvidos em atividades de aprendizagem que fomentam a necessidade de planejamento e construção de objetos.Deste modo, pensa-se neste trabalho a robótica como um material instrucional não-arbitrário e não literal, que

permite relacionar as descobertas advindas do experimento com conhecimentos especificamente relevantes para a aprendizagem de conceitos da cinemática.

Diversos estudos têm apresentado experiências inovadoras utilizando a robótica como um recurso tecnológico para uma melhor compreensão de conceitos físicos por meio de estratégias de ensino embasadas na construção e utilização de protótipos robóticos, entre eles destacamos Santos e Menezes (2005), Benitti et al (2009), Fornaza e Webber (2014) e Trentin et al (2013).

Considerando que a robótica configura-se como uma possibilidade de utilização no contexto do ensino, como avaliar a aprendizagem dos alunos privilegiando aspectos que apontem para uma aprendizagem mais significativa de conceitos da cinemática?

Avaliar não é fácil e a depender do instrumento utilizado nessa tarefa ela pode tornar-se ainda mais complexa.

O professor quando define que instrumento irá utilizar, deve ter atenção com a validade e a fidedignidade deste instrumento com a proposta de ensino (Moreira, 1984).

Diferentemente de uma avaliação nos moldes de uma prova escrita, propomos neste trabalho avaliar a aprendizagem de alunos do 1o ano do Ensino Médio em conceitos da cinemática utilizando o mapa conceitual.

Neste sentido, Rocha e Spohr (2016, p. 28) afirmam que este recurso pode ser utilizado de várias formas, tais como: i - instrumento avaliativo da aprendizagem, ii - levantamento inicial do grau de organização do conhecimento, iii - indicador da progressividade da aprendizagem significativa, iv - instrumento de análise do conteúdo curricular e v – identificação de subsunções.

A estratégia de ensino adotada, como já mencionada, usa a robótica na qual, ao final de uma sequência de aulas, requer uma avaliação da aprendizagem.

Segundo Mendonça e Moreira (2012) o mapa conceitual oportuniza ao aluno dar significado ao seu conhecimento porque no processo de construção ele precisa organizar suas ideias, relacionando-as por meio de proposições. Na estrutura do mapa o aluno estabelece relações explícitas entre o que ele sabe e o novo conhecimento, indicando o quanto diferencia progressivamente uma ideia ou um conceito.

Para analisar a aprendizagem de conceitos da cinemática usando o mapa conceitual, foram utilizados como métrica os critérios descritos por Calheiro (2014).O mapa conceitual permitiu que o aluno apresentasse uma maior quantidade de características sobre uma determinada ideia ou conceito.

2 – MAPA CONCEITUAL COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

Do ponto de vista construtivista, se observarmos as ideias propostas por Papert (2008), qualquer conteúdo/conceito é simples de aprender se o indivíduo consegue incorporá-lo ao seu arsenal de modelos. Para ele, o indivíduo deve ser visto "como um construtor", ou

seja, um conjunto de instruções fornece ao indivíduo os conteúdos necessários para estabelecer a construção e reestruturação dos conhecimentos preexistentes.

Por sua vez, em uma perspectiva cognitivista, a aprendizagem significativa ocorre quando ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. De certo modo, substantiva quer dizer não-literal e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante que já existe na estrutura cognitiva do sujeito que aprende Ausubel et al(1980).

É importante frisar que a aprendizagem significativa proposta por Ausubel pode caracterizar-se pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, esta característica também é evidenciada nas ideias de Papert.

De acordo com Moreira (2012), estes conhecimentos prévios devem ser especificamente relevantes à nova a aprendizagem, aos quaispodem ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem. Esses conhecimentos prévios são definidos como subsunçores ou ideias-âncora.

Os subsunçores podem ter maior ou menor estabilidade cognitiva, podem estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborados em termos de significados Ausubel et al (1980). Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica adquirindo novos significados corroborando significados já existentes. Neste sentido, progressivamente o subsunçor vai ficando mais estável, mais diferenciado, mais rico em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens.

Existem duas variáveis importantes no processo de relacionar o novo com o conhecimento adquirido, que são denominadas como diferenciação progressiva e reconciliação integradora Ausubel et al (1980).

Segundo Moreira (2012), a diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. A reconciliação integradora está associada a dinâmica de estudo para eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superodenações.

Considerando que as situações de aprendizagem proposta para ensinar conceitos da cinemática usando a robótica podem promover aprendizagem significativa, que o material utilizado na instrução apresenta evidências de ser potencialmente significativo, o instrumento de avaliação da aprendizagem deve ser definido pela pertinência de seu uso e pela validade e a fidedignidade com a proposta de ensino.

Mendonça e Moreira (2012) afirmam que o mapa conceitual "como instrumento avaliativo da aprendizagem é importante para identificar os conceitos apropriados pelo aprendiz e as relações estabelecidas entre eles" (p.13).

No processo de construção do mapa conceitual é exigido do construtor a diferenciação organizada relacional de conceitos que depende constantemente da reconciliação entre conceitos ou ideias, e desse modo o mapa fica fundamentado em princípios teóricos da aprendizagem significativa. O mapa conceitual diagramado (não como um diagrama de fluxo) tende a refletir a estrutura conceitual do conteúdo que está na estrutura cognitiva do indivíduo.

Neste trabalho destacamos o uso do mapa conceitual como indicador da progressividade da aprendizagem significativa.

3 – CRITÉRIOS ADOTADOS NA ANÁLISE DO MAPA CONCEITUAL

Para a análise dos mapas conceituais construídos e reorganizados pelos alunos participantes da sequência de aulas, foram utilizados os critérios propostos por (Calheiro, 2014). A autora, buscou subsídios nos trabalhos de Novak e Gowin (1988), Costamagma (2001), Moreira (2005), Trindade (2011) e Trindade e Hartwig (2012) para elaborar os critérios, tendo como referência e ancoragem os princípios da aprendizagem significativa.

Calheiro (2014) construiu um conjunto de conceitos que definem a condição de um mapa conceitual considerando que esse reflete a estrutura cognitiva do aluno. Este conjunto de conceitos foram transformados em categorias que classificam o mapa. No quadro 1 apresentamos as categorias.

Quadro 1. Quadro descritivo das categorias de classificação dos mapas conceituais.

Categoria	Descrição da Categoria
A	Mapas onde fica evidente que o aluno não possui subsunçores relevantes sobre o tema de estudo (quando utilizado como instrumento para averiguar o conhecimento prévio, no caso dos mapas iniciais) ou que não apresentam relações corretas entre os conceitos (quando o mapa foi elaborado pelo aluno após atividades de ensino)
B	Mapas com poucos subsunçores relevantes (mapas iniciais) ou com poucos indícios de aprendizagem significativa (mapas finais)
C	Mapas com subsunçores relevantes (mapas iniciais) ou com indícios satisfatórios de aprendizagem significativa (mapas finais)

Fonte: Calheiro, 2014.

Para inserir um determinado mapa numa categoria, Calheiro (2014) define 10 critérios de avaliação que apresentamos no quadro 2.

Quadro 2. Critérios utilizados na categorização dos mapas conceituais.

	Critérios				
Critérios de Avaliação	**01**	**02**	**03**	**04**	**05**
Categorias	Proposições/ Ligações erradas	Proposições/ Ligações válidas	Conceitos alternativos	Relações hierárquicas	Conceitos Cruzados válidos e significativos
Categoria A	Sim	Não	Sim	Em parte	Não
Categoria B	Não	Em parte	Em Parte	Em parte	Sim
Categoria C	Não	Sim	Não	Sim	Sim
	Critérios				
Critérios de Avaliação	**06**	**07**	**08**	**09**	**10**
Categorias	Conceitos cruzados e não significativos	Integração entre os conceitos abordados na sequência didática	Diferenciação progressiva	Reconciliação integrativa	Exemplos válidos
Categoria A	Sim	Não	Não	Não	Não
Categoria B	Em parte	Em parte	Sim	Não	Em parte
Categoria C	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Adaptado de Calheiro, 2014.

Neste trabalho consideramos o critério de avaliação 7 (quadro 2), que estabelece a integração entre os conceitos abordados, para uma sequência de aulas. Calheiro (2014) o utiliza numa unidade de ensino potencialmente significativa.

4 – ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DE AULAS

Durante a sequência de aulas utilizamos um robô com modo de programação para várias tarefas a serem realizadas envolvendo os conceitos de velocidade e aceleração. As tarefas foram agrupadas em duas programações: (1) o robô realiza movimento retilíneo com velocidade constante e (2) o robô realiza movimento retilíneo com velocidade variável. O robô realiza esses movimentos em um cenário (figura 1) que auxilia também na compreensão dos conceitos de referencial, posição, repouso, deslocamento e trajetória.

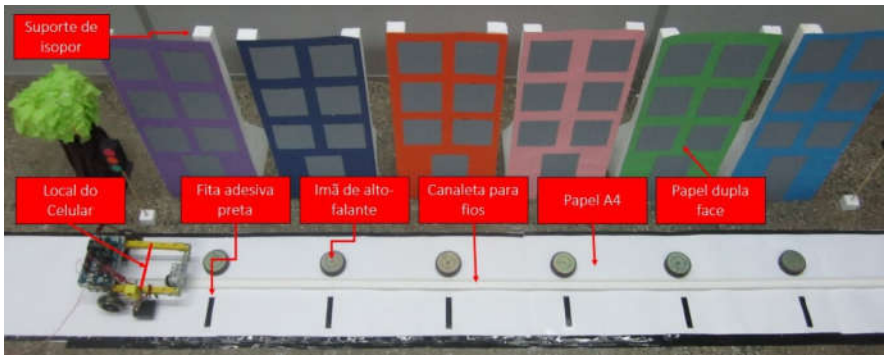

Figura 1. Cenário utilizado para observar o movimento do robô (materiais usados).

A sequência de aulas foi composta por um conjunto de atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executaram com a mediação do professor, que foram divididas em vários momentos: (1) aula expositiva sobre como construir um mapa conceitual, sua importância e exemplos de aplicação; (2) o aluno construiu seu mapa conceitual prévio tendo como ideia âncora a cinemática (foram fornecidos aos alunos folha de papel A3, cola e pequenos recortes retangulares de papel); (3) apresentação de um organizador prévio sobre conceitos fundamentais para o entendimento da cinemática (trajetória, ponto material, corpo extenso etc.); (4) os alunos foram organizados em grupos e cada grupo montou seu robô seguindo o manual de montagem fornecido pelo professor; (5) ao finalizar a montagem do robô, cada grupo realizou testes experimentos com as programações fornecidas pelo professor; (6) cada grupo executou o programa 1 (MRU) e programa 2 (MRUV), nos quais foram coletados dados da posição e do tempo em pontos definidos na trajetória retilínea (listras pretas na figura 1); (7) os dados coletados foram inseridos numa planilha eletrônica fornecida pelo professor que gerava gráficos da posição *versus* o tempo, da velocidade *versus* o tempo e da aceleração *versus* o tempo; (8) a partir dos gráficos gerados foi solicitado dos alunos que descrevessem os movimentos realizados pelo robô num processo de discussão com o professor sobre cinemática, envolvendo os conceitos de velocidade e aceleração de um objeto; (9) os grupos construíram um novo mapa conceitual a partir do mapa inicial elaborado.

Sobre o conceito de velocidade, espera-se, ao final da sequência de aulas, que o aluno apresente maiores características relacionadas a este conceito para além da ideia de rapidez e a formulação matemática. E o conceito de aceleração relacionado a rapidez e o tipo de movimento do robô.

5 – RESULTADOS

Propõem-se neste trabalho avaliar a aprendizagem de alunos do 1º ano do Ensino Médio em relação aos conceitos de velocidade e aceleração, por meio do mapa conceitual.É importante frisar, que a sequência de aulas foi aplicada nas primeiras semanas de aula no 1º

ano do Ensino Médio. De certo modo, estes alunos já deveriam apresentar conceitos iniciais sobre a cinemática aprendidos no 9º ano.Foram analisados mapas dos 28 alunos que participaram de todas as aulas propostas na sequência.

Para exemplificar comoforam utilizados os critérios definidos por Calheiro (2014), apresenta-sena figura 2 o mapa conceitual prévio (inicial) do aluno 11 transcrito para a ferramenta *CmapTools*[1].

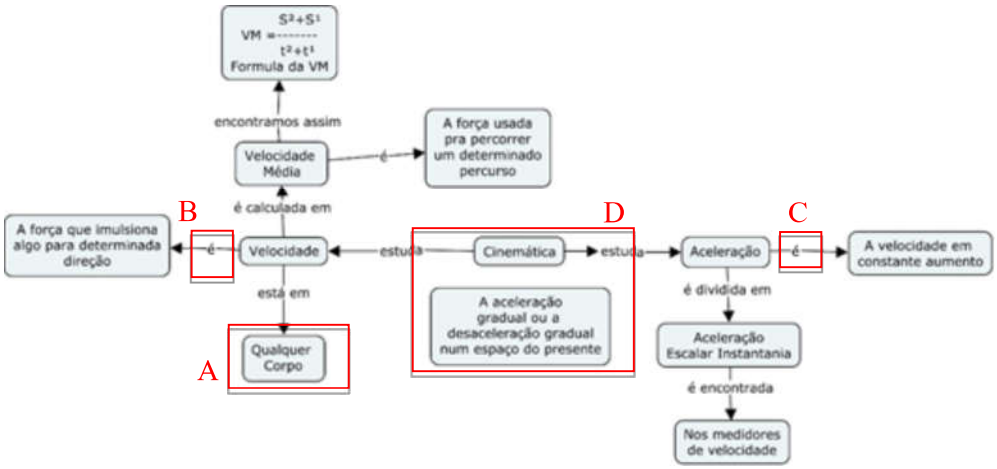

Figura 2. Mapa conceitual inicial - Aluno 11

Ao final da aplicação da sequência de aulas, solicitamos que os alunos reelaborassem o mapa conceitual inicial. Na figura 3, podemos observar a transcrição do mapa conceitual final do aluno 11.

[1] Ferramenta que auxilia na elaboração de mapas conceituais, facilita a representação do conhecimento https://goo.gl/iWtUlv.

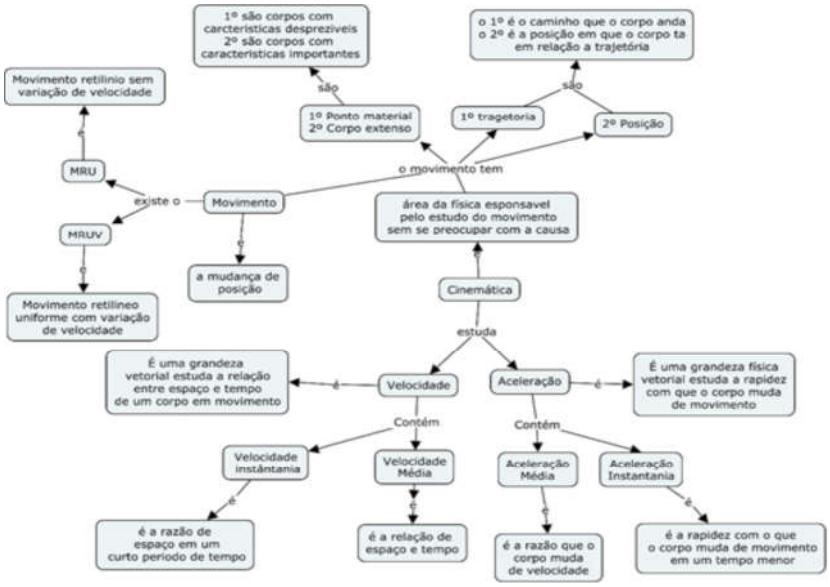

Figura 3. Mapa conceitual final - Aluno 11

Seguindo os critérios propostos por Calheiro (2014) os mapas inicial e final (Figuras 2 e 3) foram categorizados nos níveis A e C respectivamente.

Analisando o mapa inicial (Figura 2) é possível verificar que o aluno 11 não apresentava subsunçores relevantes (Por exemplo, Figura 2 – Bloco A) sobre o tema de estudo. Mesmo tendo utilizado alguns conceitos que podem ser encontrados no estudo dos movimentos, fica evidente que ao utilizar o conector "é"(Por exemplo,Figura 2 – Item B e C)o aluno não consegue discorrer sobre o que de fato os conceitos poderiam representar através das proposições.Além disso,verifica-se a baixa incidência de conceitos, ausência(Por exemplo, Figura 2 – Item D)de generalizações (ligações) com conceitos que os descrevam e classifiquem.

Quando observamos o mapa final do aluno 11 (Figura 3), podemos verificar a existência de subsunçores mais relevantes. Pode-se perceber ainda, a existência de ideias mais gerais e inclusivas que progressivamente são diferenciadas. Além disso, verifica-se a incidência de conceitos subordidados a conceitos anteriormente descritos, e recombinações de conceitos já existentes que se reorganizam e formam outros conceitos.

Deste modo, na estrutura do mapa o aluno 11 é possível verificar que, ele já estabelece relações explícitas entre o que ele sabe e o novo conhecimento, indicando o quanto diferencia progressivamente uma ideia ou um conceito.

No quadro 3, é apresentada a classificação dos mapas do aluno 11. Nele, é possível vê-se a diferenciação entre o mapa inicial e o final de A para C, respectivamente.

	Mapa Inicial													
Aluno	**Critérios**										**Total por Categoria**			**Classificação Inicial**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**A**	**B**	**C**	**A**
11	A	B	B	C	A	C	B	C	A	A	4	3	3	
	Mapa Final													
	Critérios										**Total por Categoria**			**Classificação Final**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**A**	**B**	**C**	**C**
	C	B	C	C	A	C	C	C	A	C	2	1	7	

Quadro 3. Classificação dos mapas do aluno 11.

A classificação geral dos mapas (inicial e final) dos 28 alunos participantes da aplicação da sequência de aulas é apresentada no gráfico 1.

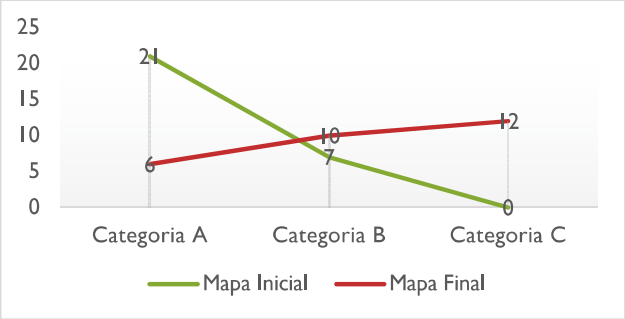

Gráfico 1. Classificação geral dos mapas (inicial e final) dos alunos por categoria.

Com base nos resultados obtidos ao analisar os mapas dos 28 alunos, é possível verificar que a utilização de mapas conceituais no processo de avaliação, pôde nos apresentar indícios deuma aprendizagem significativa de conceitos da cinemática. No gráfico 1, podemos verificar a mudança na classificação dos mapas inicial e final.

Diante disso, é possível observar um nível de aprofundamento maior na representação dos conceitos no mapa final se comparado com as informações apresentadas no mapa conceitual inicial. Isto pode ser justificado, observando a incidência de mapas classificados na categoria C ao final.

Em relaçãoaos critérios estabelecidos por Calheiro (2014), é importante destacar que uma de suas características, é permitir que se possa analisar os mapas sob uma perspectiva onde seja possível identificar aspectos importantes sobre as informações que estão sendo representadas através dos fluxos elaborados. Diante disso, na análise dos mapas, foi possível verificar por exemplo, a existência de conceitos que classificavam os movimentos retilíneo uniforme e variado.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa relatou-se sobre a utilização do mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem de alunos do 1º ano do Ensino Médio.

O uso do mapa conceitual no processoavaliativo favoreceu a identificação de indícios de uma aprendizagemmais significativa, no caso estudado,no quese refere aos conceitos de velocidade e aceleração.

Por meio deste instrumento,é possível observaras interligações de aspectos importantes sobre as informações que estão sendo representadas. Desta maneira, o mapa conceitual permitiu que o aluno apresentassecom maiscaracterísticas uma determinada ideia ou conceito. Em essência, observa-se que o instrumento apresenta umalinhamento comaspectos alusivos à aprendizagem significativa, em que há uma maior percepção da diferenciação de um conceito.

6 – REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia Educacional. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BENITTI, F. B. V., VAHLDICK, A. URBAN, D. L., KRUEGER, M. L., HALMA, A. Experimentação com robótica educativa no ensino médio:ambiente, atividades e resultados. XVWorkshop Sobre Informática na Escola. BentoGonçalves: [s.n.]. 2009. p. 1811-1820.

CALHEIRO, L. B. **Inserção de tópicos de física de partículas de forma integrada aos conteúdos tradicionalmente abordados no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2014.

COSTAMAGMA, A. M. **Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelaciónpara evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios.**Enseñanza de lãsCiencias. Barcelona, v. 16, n. 2, p. 309-318, 2001.

FORNAZA, R.; WEBBER, C. G. Robótica Educacional Aplicada À Aprendizagem EmFísica. XXIII Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre: [s.n.]. 2014

MENDONÇA, C. A. S.; MOREIRA, M.A. **Uma revisão da literatura sobre trabalhos com mapas conceituais no ensino de ciência do pré-escolar às séries iniciais do ensino fundamental**. **Revista Práxis**, v. 4, n. 7, 2012.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Revista Chilena de Educação Científica. Chile, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2005.

_____. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. SãoPaulo: Editora Livraria da Física, 2012.

_____. **O mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem**. Educação e Seleção, São Paulo, 10(jul/dez), p. 17-34, 1984.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprendiendo a aprender**. Tradução para o espanhol dooriginal Learning how to learn. Barcelona: Martínez Roca, 1988.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

ROCHA, C. E. D. S.; SPOHR, C. B. **O uso de mapas conceituais como instrumento didáticopara identificar indícios de aprendizagem significativa em diferentes níveis de ensino.**Investigações em Ensino de Ciências**.** Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 23-52, Dez. 2016.

SANTOS, C. F.; MENEZES, C. S. A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental emum Ambiente de Robótica Educacional. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. São Leopoldo/RS: [s.n.]. 2005.

TRENTIN, M. A. S., TEIXEIRA, A. C., WERNER DA ROSA, C. T., ROSA, A. B.**Robótica comorecurso no ensino de Ciências.**VIII International Conference on Engineering and ComputerEducation. Luanda, ANGOLA,2013. 231-235.

TRINDADE, J. O. Ensino e aprendizagem significativa do conceito de ligação química por meio de mapas conceituais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2011.

TRINDADE, J. O.; HARTWIG, D. R. **Uso de mapas conceituais e estratégias diversificadasde ensino: uma análise inicial das ligações químicas.**Química na nova escola. v. 34, n.2, p.83-91, 2012.