

O ENSINO DE CINEMÁTICA COM ROBÓTICA EDUCACIONAL

Natilene Teixeira Costa Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco, lenesbel2006@gmail.com

Resumo: Este artigo refere-se a uma sequência pedagógica que integra a robótica educacional ao ensino de tópicos de Cinemática. Esta proposta didática foi vivenciada com estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Escola de Referência em Ensino Médio Maria Gayão Pessoa Guerra de Araçoiaba-PE. O objetivo do trabalho foi montar um experimento visando à compreensão dos movimentos retilíneo uniforme e uniformemente variado, com a utilização de kits Mindstorms da LEGO, explorando conceitos físicos envolvidos no experimento com os dados coletados e baixados do microcontrolador do robô e visualizados no software de Log de Dados Lego, o qual permite armazenamento e análise de dados através dos gráficos da distância *versus* tempo e da tabela do conjunto de dados.

Palavras-chave: Robótica, Física, Cinemática, Tecnologias, Ensino.

INTRODUÇÃO

As novas tecnologias na sociedade vêm modificando expressivamente as formas de aquisição e difusão do conhecimento. Neste artigo, descrevemos duas atividades para o ensino-aprendizagem de tópicos de Cinemática que integram uma dessas tecnologias, a robótica educacional. Sendo a primeira para estudo do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e a segunda para estudo do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

Nessa perspectiva, um robô com sensor ultrassônico foi construído usando o kit Mindstorms da LEGO para explorar conceitos físicos através da análise de gráficos na abordagem dos movimentos retilíneos: uniforme e uniformemente variado.

Na busca de novas estratégias para obter melhores resultados no processo de ensino-aprendizagem, a tecnologia, e principalmente a programação computacional, tem um papel importante na metodologia didática, pois em muitos casos dinamiza o pouco tempo destinado ao laboratório e possibilita variações de problemas no ambiente escolar.

[...] ensinar e aprender Física é mais do que conhecer os conceitos principais e suas fórmulas para resolver problemas de lápis e papel: ensinar e aprender Física exige que haja discussões, que ocorram momentos de investigação em que hipóteses sejam consideradas e testadas e os dados, coletados e organizados de modo a permitir perceber quais as variáveis realmente são importantes para aquele problema e como elas se relacionam entre si (SASSERON, 2010, p. 23).

Para tanto, o educador deve “saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996, p.47). Com as tecnologias nascem novos desafios e possibilidades extraordinárias para o processo de ensino-aprendizagem, que transformam, dinamizam e expandem o que já ocorre na sala de aula. Para Masetto (2009, p.139-140)

“ela tem sua importância apenas como um instrumento significativo para favorecer a aprendizagem de alguém [...] poderá colaborar, se for usada adequadamente para alcançar os objetivos que se pretenda que elas alcancem que no caso serão de aprendizagem”.

A robótica educacional “trabalha o conceito que Papert dá a *hard* (difícil), contida na expressão *hard fun* (diversão difícil). Assim, os alunos são desafiados a enfrentar, de forma divertida, as dificuldades que encontrarem nas tarefas” (FRANCESCHINI, 2012, p.7). A teoria de aprendizagem Construcionismo, que é uma expansão do construtivismo realizada por Seymour Papert no final do século 20, propõe que haja um melhor aprendizado quando o aluno está ativamente envolvido na construção de artefatos (PAPERT, 1991). O que é ressonante com o construtivismo de Piaget e outros, quando propõe que há uma aprendizagem potencialmente relevante quando o aluno é convidado “a experimentar, tateando, por si mesmo, trabalhando ativamente, ou seja, em liberdade e dispondo de todo o tempo necessário” (PIAGET *Apud* MUNARI: 2010, p.18).

Portanto, o educador deve encarar esse desafio, buscando “promover a aprendizagem do aluno para que este possa construir o conhecimento dentro de um ambiente que o desafie e o motive para a exploração, a reflexão, a depuração de ideias e a descoberta” (ALMEIDA, 2000, p.77) e a robótica servirá como mais um recurso enriquecedor no processo de ensino-aprendizagem.

De forma implícita, a realização de experimentos usando a robótica educacional modifica de uma forma profunda as possibilidades de uma vivência escolar mais significativa para o estudante, além disso, amplia o papel da ação docente como mediador na exploração da linguagem gráfica e das diversas formas de representação de dados e conceitos em detrimento da simples transmissão de informações.

METODOLOGIA

Usando kits *Mindstorms* da Lego e o manual de montagem, grupos de quatro estudantes construíram um robô (carro simples) com sensor ultrassônico no traseiro, conforme Fig. 1. O sensor ultrassônico registra a distância do robô da parede, medindo a posição em função do tempo.

As equipes executaram a programação para estudo do MRU proposta e os dados do experimento foram coletados do microcontrolador do robô e visualizados no Log de Dados no *software* da Lego, que permite análise através de gráficos da posição versus tempo bem como uma tabela numérica.

A análise dos gráficos foi realizada com os estudantes com o objetivo de entender os dados obtidos. Além da importância geral, a habilidade de analisar gráficos é necessária para a resolução de questões do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), que explora conceitos físicos através de gráficos de dados.



Figura 1: Robô utilizado no estudo de cinemática

Assim, sabendo a distância e o tempo do deslocamento percorrido pelo robô do ponto de partida, os estudantes foram estimulados a usarem as equações da cinemática para realizarem extrapolação dos dados e verificação da compreensão de conceitos físicos envolvidos no experimento como: deslocamento, a velocidade e, variando a velocidade, a aceleração em função do tempo.

Estudo do Movimento Retilíneo Uniforme(MRU)

O robô foi programado para mover-se em linha reta com velocidade constante, seguido pela visualização e interpretação do gráfico da distância *versus* tempo. Os estudantes foram orientados a observar o robô em movimento tal que a posição da parede cresce linearmente no decorrer do tempo (movimento progressivo). O robô foi programado para afastar-se da parede de uma posição inicial S_0 , com o motor em potências de 40% e 80% respectivamente, produzindo duas velocidades positivas diferentes. As potências podem ser variadas conforme o interesse do professor.

Foi observado também o robô em movimentos tal que suas posições decrescem linearmente no decorrer do tempo (movimento retrógrado) para produzir velocidades negativas, apenas invertendo o sentido de rotação do motor na programação. O robô foi colocado a uma posição inicial S_0 da parede e ligado para fazer a aproximação da mesma.

O sensor ultrassônico forneceu a posição do robô em função do tempo, exibida no Log de Dados e nos gráficos, que foram analisados pela professora juntamente com os alunos, observando os princípios e conceitos de cinemática envolvidos no experimento.

Os estudantes obtiveram a variação da posição do robô (Δs) e o intervalo de tempo (Δt) em cada trajeto e assim calcularam a velocidade (v) do robô conforme Eq. 1.

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{Equação 1}$$

Com os dados obtidos os estudantes descreveram a função horária da posição (Eq. 2) para cada velocidade e realizaram extrapolações de novas posições que seriam ocupadas pelo robô caso continuasse em movimento.

$$s = s_0 + vt \quad \text{Equação 2}$$

Estudo do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Inicialmente o robô foi programado para aumentar a potência do motor continuamente enquanto movia-se, assim realizando movimento progressivo e acelerado, produzindo uma aceleração positiva aproximadamente constante.

Usando os dados e considerando a velocidade inicial (v_0) nula, os estudantes foram estimulados a calcular a aceleração produzida pelo robô utilizando a equação da posição em função do tempo (Eq. 3), para o intervalo de tempo entre o início e a finalização do experimento. Essa equação somente vale para o caso muito específico de MRUV.

$$s = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow a = \frac{2(s - s_0)}{t^2} \rightarrow a = \frac{2\Delta s}{t^2} \quad \text{Equação 3}$$

Os estudantes foram também desafiados a escrever a função horária da velocidade em função tempo (equação 4), além de calcular extrapolações de velocidade caso o robô continuasse em movimento.

$$v = v_0 + at \quad \text{Equação 4}$$

A potência do motor também foi programada para diminuir consecutivamente ao longo do movimento, assim produzindo movimento progressivo com aceleração negativa (desaceleração).

Observamos também o caso para o robô inicialmente em movimento progressivo e desacelerado ($a < 0$) num intervalo de tempo de 5 s. Nos próximos 5 s, houve inversão no sentido de rotação do motor produzindo então movimento retrógrado e acelerado ($a > 0$). Este experimento é bastante interessante pois é equivalente o problema clássico de queda livre, onde um objeto é lançado para cima e retorna.

Por último, programamos o robô para inicialmente realizar um movimento retrógrado e desacelerado nos primeiros 5 s, seguida pela inversão de sentido de rotação do motor, realizando então movimento progressivo e acelerado nos próximos 5 s.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os estudantes foram estimulados a refletir no experimento do movimento progressivo no MRU em que os gráficos da posição em função do tempo (Figs. 2 e 3) apresentam retas ascendentes, e a inclinação da reta torna-se maior à medida que a potência do motor do robô é aumentada. Quanto maior seja a potência do motor, maior seja a velocidade do robô e a inclinação da reta.

Considerando suas relativas posições iniciais e finais e os intervalos de tempo, encontraram-se velocidades positivas de 10,4 cm/s e 28,3 cm/s para as potências utilizadas. Além de descreverem a função horária da posição (Eq. 2) para cada uma das potências do motor, os estudantes também calcularam extrapolações de novas posições ocupadas pelo robô caso continuasse em movimento progressivo.

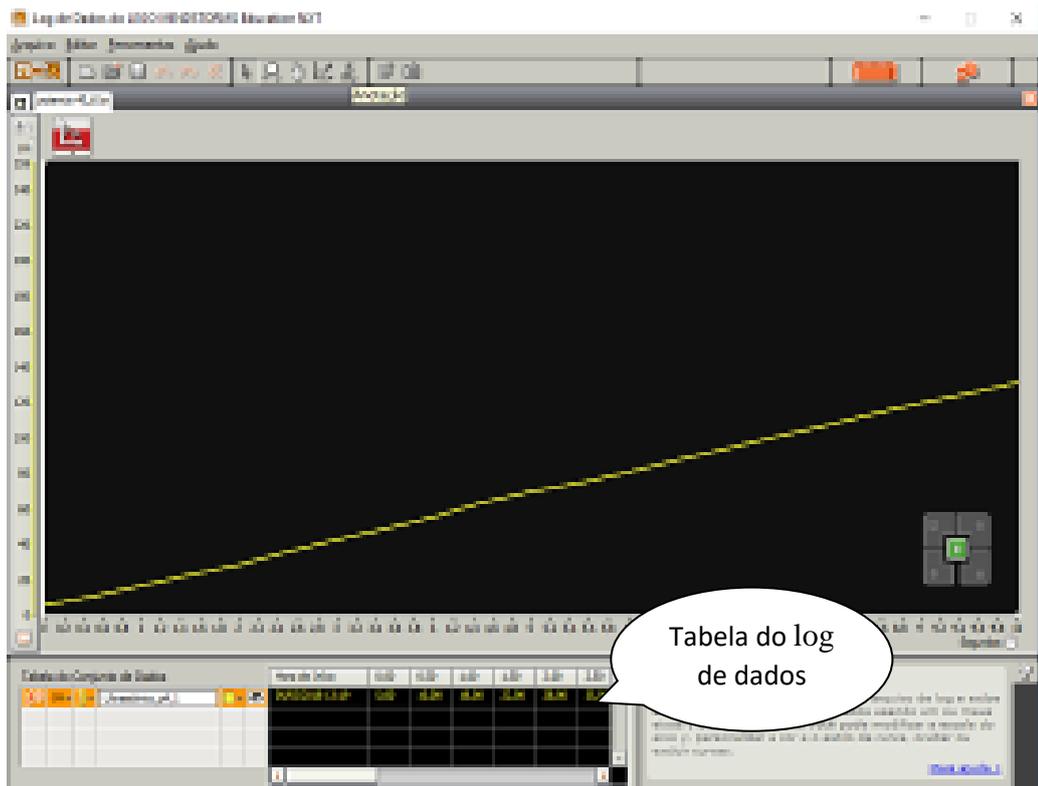


Figura 2- Deslocamento progressivo (motor em 40% de potência)

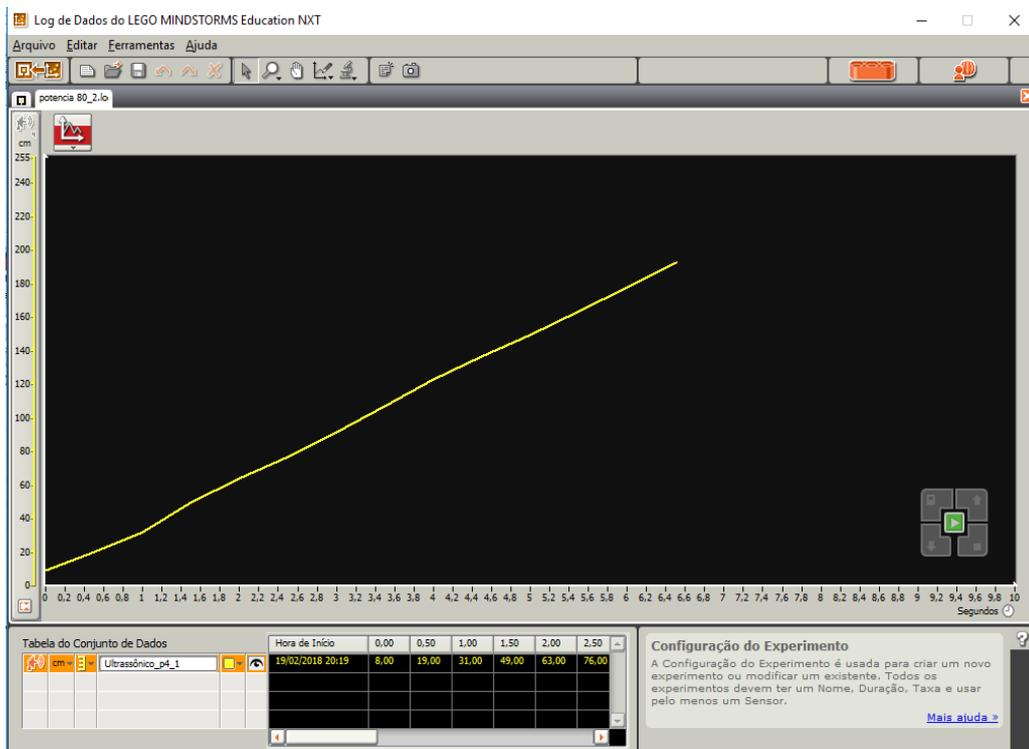


Figura 3- Deslocamento progressivo (motor em 80% de potência)

Figs.4 e 5 trazem informações do robô em movimento retrógrado. Os estudantes visualizaram que nesse caso a inclinação da reta é descendente, e à medida que a potência do motor do robô é aumentada o módulo da velocidade aumenta. Encontraram-se velocidades negativas de $-10,2$ cm/s e $-25,0$ cm/s.

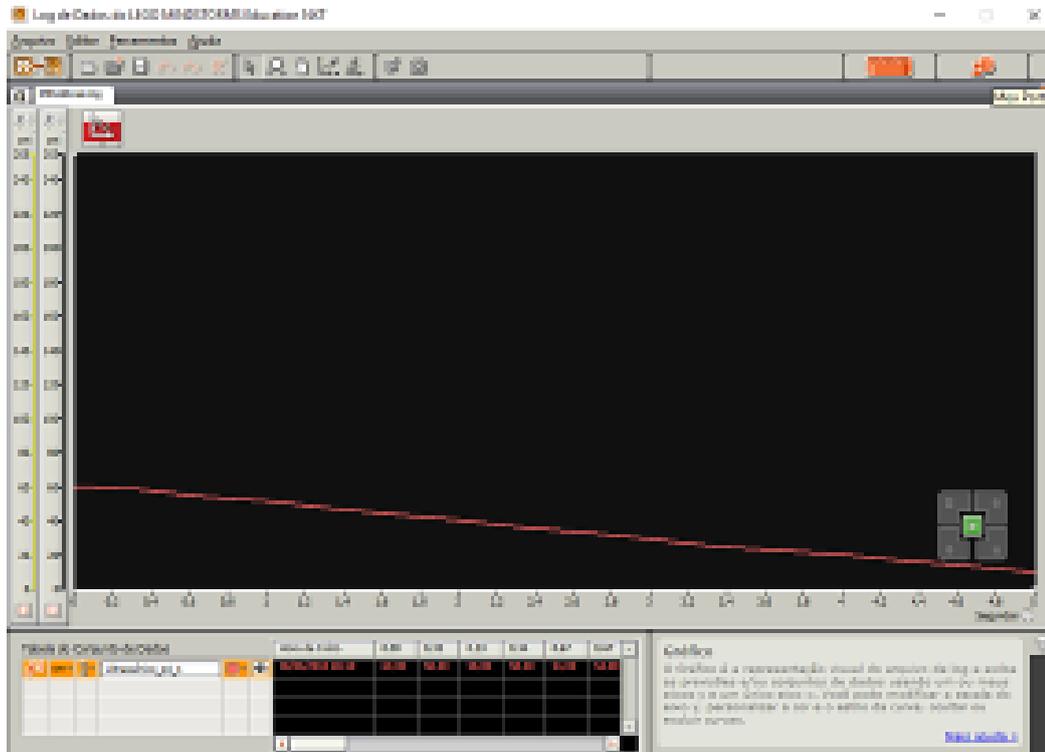


Figura 4-Deslocamento retrógrado (motor em 40% de potência)

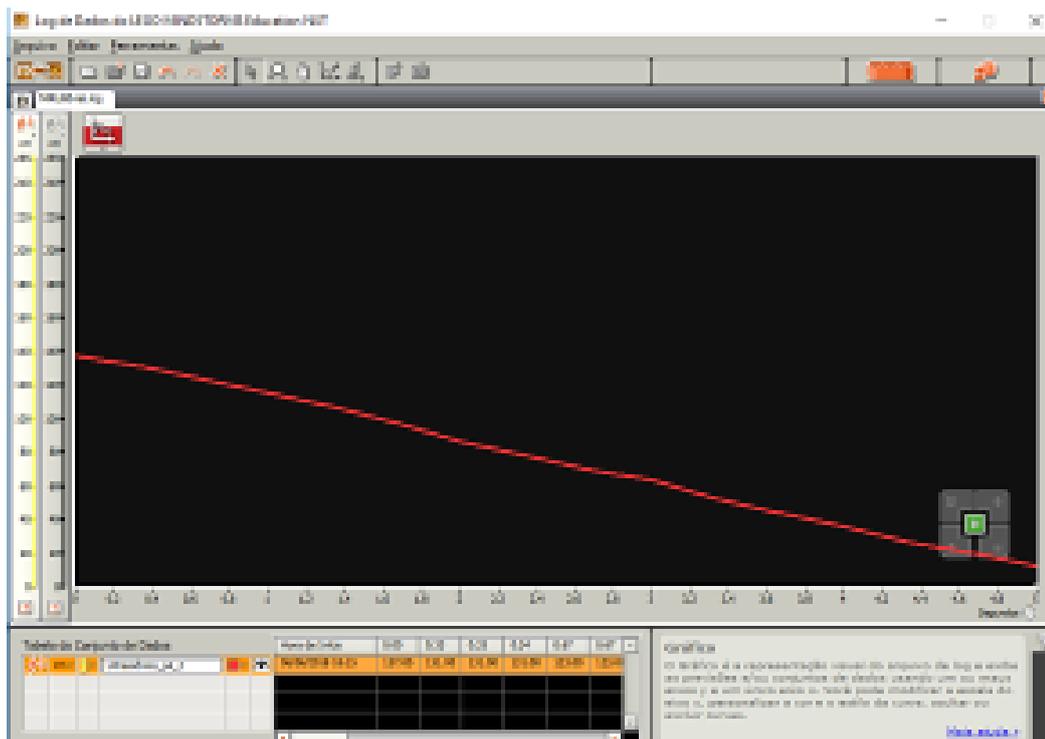


Figura 5- Deslocamento retrógrado (motor em 80% de potência)

Os estudantes usaram as velocidades encontradas e descreveram a função horária da posição (Eq. 2) para cada uma das potências do motor do robô além de calcularem extrapolações de novas posições ocupadas pelo robô caso continuasse em movimento retrógrado.

No MRUV, os estudantes foram estimulados a perceber que o gráfico da posição em função do tempo é uma parábola, cuja posição e formato dependem das condições do movimento do robô: progressivo ou retrógrado, aumentando ou diminuindo o módulo de velocidade, a velocidade inicial, etc.

Na Fig. 6, que é uma curva crescente de uma parábola, visualizamos o movimento progressivo e acelerado do robô programado para variar a potência do motor consecutivamente em 20%, 40%, 60%, 80% e 100%, em intervalos de 1 s cada. Observamos que o movimento é acelerado, visto que os deslocamentos Δs são cada vez maiores em iguais intervalos de tempo Δt . Utilizando a Eq. 3, os estudantes calcularam a aceleração produzida pelo robô. Considerando a velocidade inicial nula, o módulo da velocidade aumenta com tempo, produzindo uma aceleração positiva aproximadamente constante de 6 cm/s^2 .

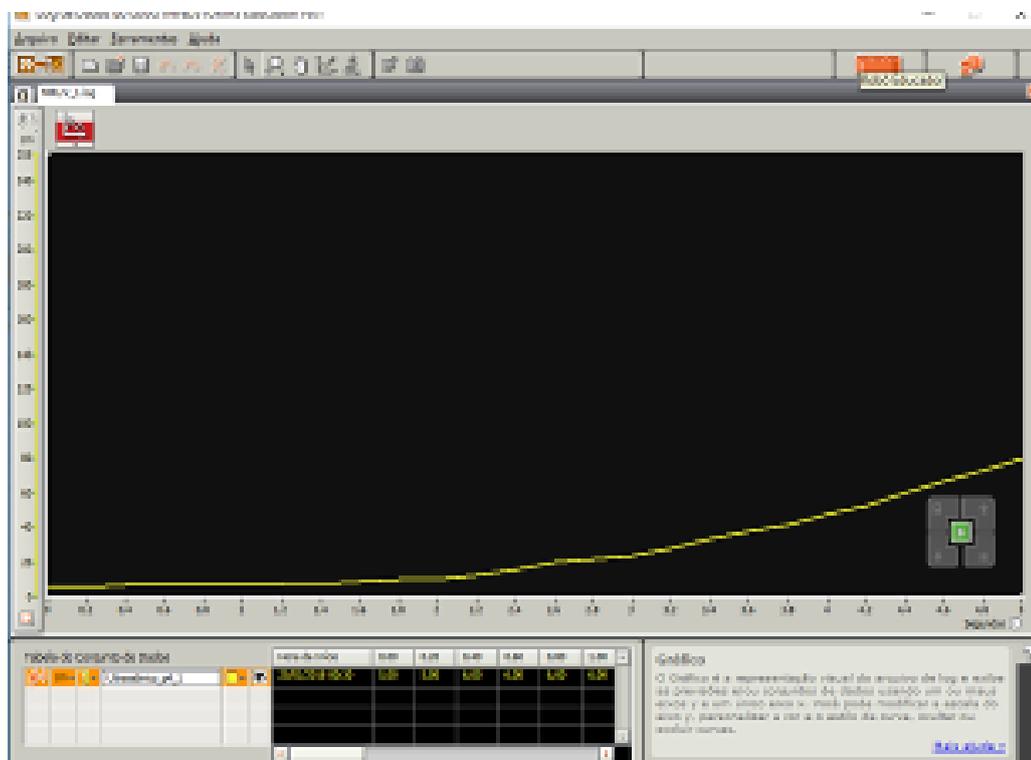


Figura 6- movimento progressivo com aceleração escalar positiva

Diminuindo a potência do motor consecutivamente em 100%, 80%, 60%, 40% e 20% em intervalos de 2 s cada, percebemos no gráfico (Fig. 7) o movimento progressivo e retardado, pois em iguais intervalos de tempo Δt , os deslocamentos Δs são cada vez menores. O módulo da velocidade diminui com o passar do tempo, produzindo uma aceleração negativa aproximadamente constante.

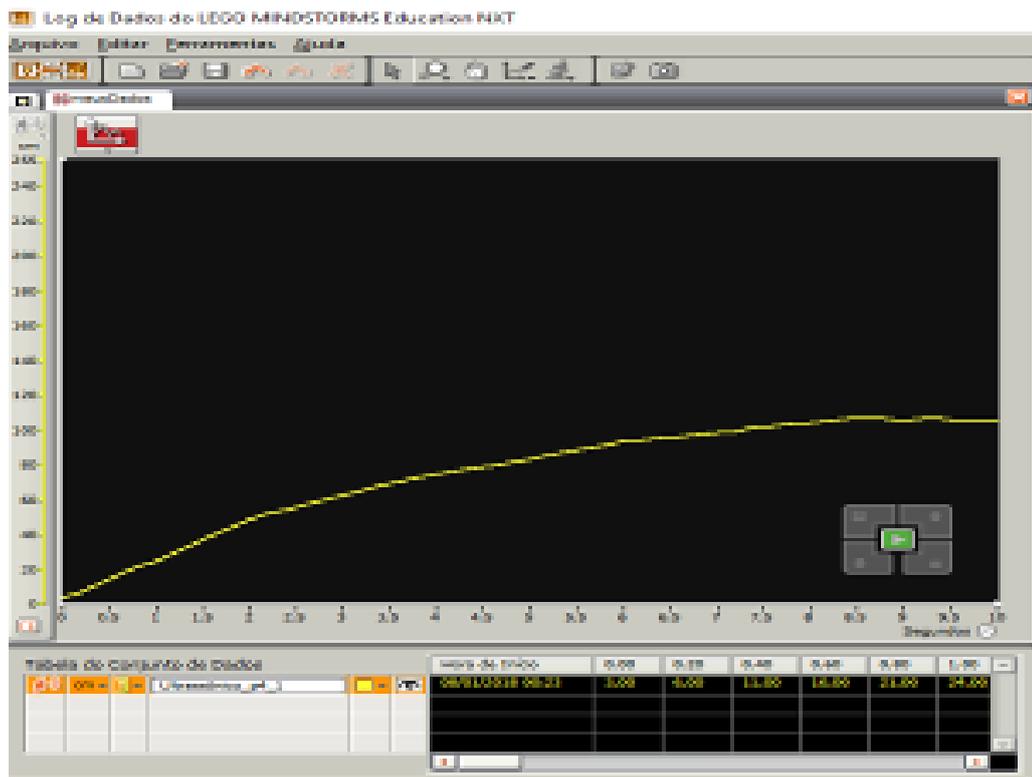


Figura 7-Movimento progressivo com aceleração escalar negativa

A Fig. 8 demonstra o movimento retrógrado e retardado do robô nos primeiros 5 s, com a potência do motor diminuindo gradativamente ao longo do trajeto a partir de 100%, 80%, 60%, 40% e 20% em intervalos de 1 s. Em 5 s, ocorre a inversão de sentido do movimento do motor do robô que passa a ser progressivo e acelerado com a potência do motor aumentando gradativamente a partir de 20%, 40%, 60%, 80% e 100% em intervalos de 1 s.

Essa representação gráfica com a concavidade da parábola voltada para cima nos indica que a aceleração do robô é positiva, e que a velocidade escalar é nula no instante correspondente ao vértice da curva da parábola. Nesse momento ocorre a inversão do sentido do movimento do robô.

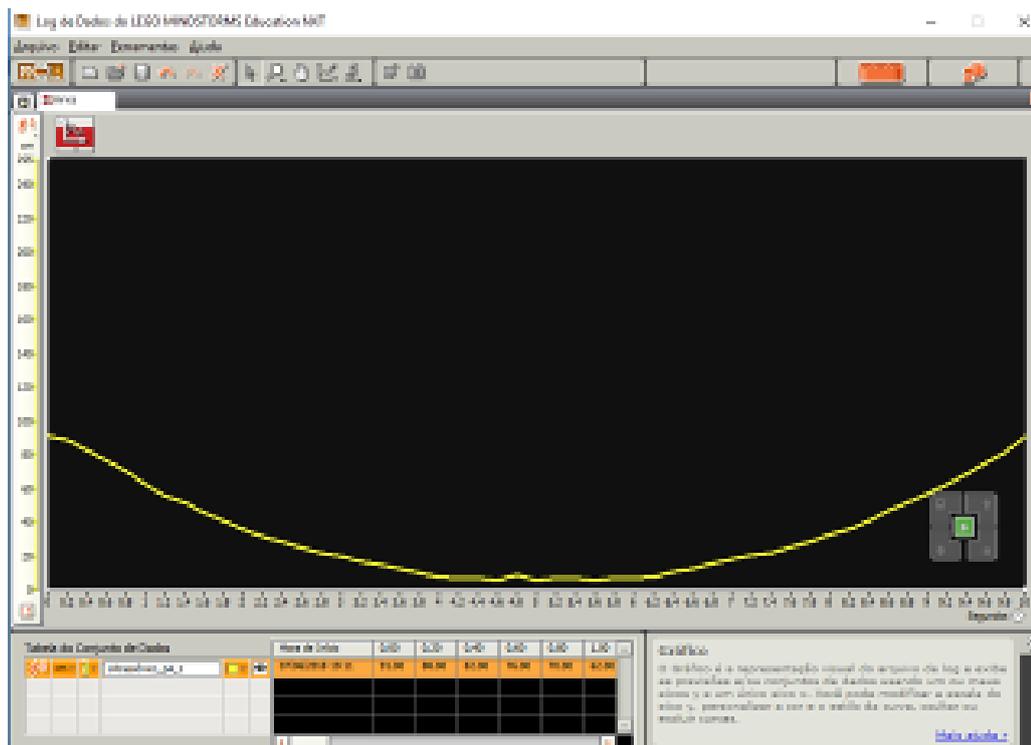


Figura 8: Movimento retrógrado e retardado + progressivo e acelerado

A Fig. 9 mostra o movimento progressivo e retardado do robô nos primeiros 5 s, com a potência do motor diminuindo gradativamente, em 100%, 80%, 60%, 40% e 20%, em intervalos de 1 s. Em 5 s, há inversão de sentido do movimento do robô, sendo retrógrado e acelerado com a potência do motor aumentando consecutivamente ao longo do percurso a partir de 20%, e 40%, 60%, 80% e 100% com intervalos de 1 s.

No instante correspondente ao ápice da parábola a velocidade escalar é nula. É nesse momento que ocorre a inversão do sentido do movimento do robô. A curva da concavidade da parábola voltada para baixo indica que a aceleração do robô seja negativa. Esta situação é parecida ao problema de queda livre onde um objeto é lançado para cima e retorna.

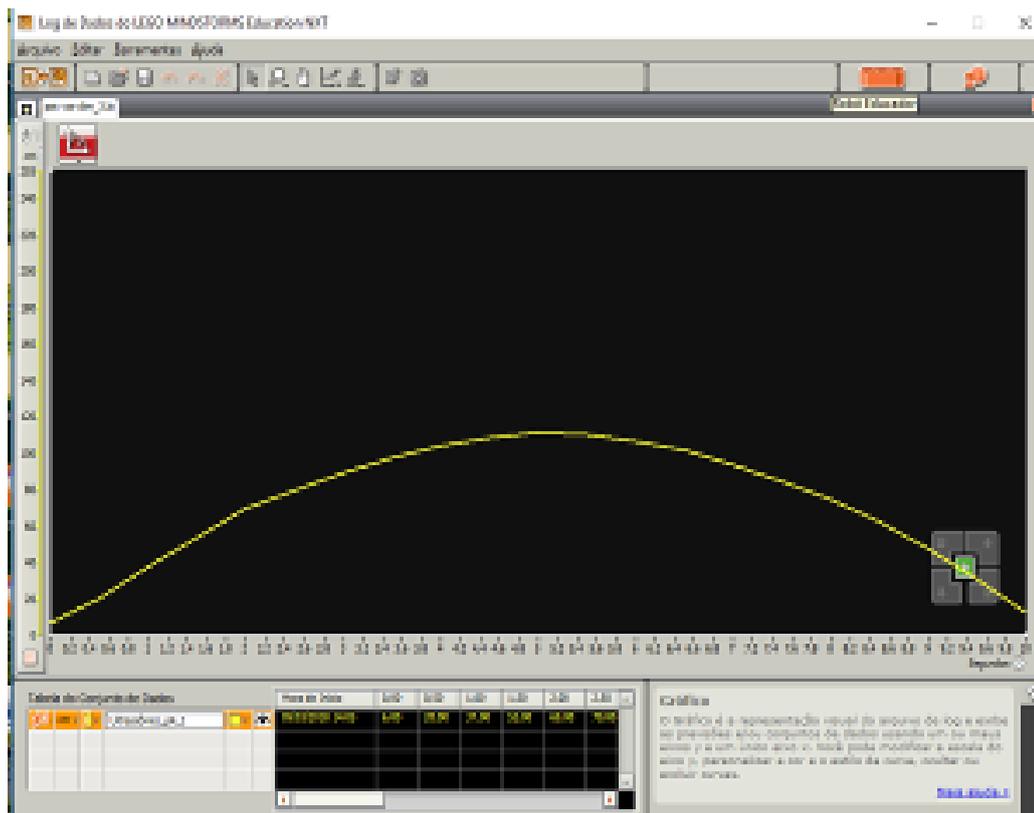


Figura 9: Movimento progressivo e retardado + retrógrado e acelerado

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscando um ensino-aprendizagem significativo e acreditando no potencial pedagógico da inserção de experimentos usando a robótica educacional na proposta pedagógica escolar foi possível vivenciar as oportunidades diversificadas de construção de conhecimento que se situam mediante a apropriação de linguagens e tecnologias aplicáveis na prática pedagógica do professor de Física do ensino médio.

É relevante esclarecer que a robótica educacional não será o “salva-vidas” que solucionará em tempo recorde o problema educacional. Ela reveste-se de importância relativa, como ferramenta educacional que pode contribuir no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem. No entanto, uma vez utilizada de forma consciente, a robótica educacional pode facilitar bastante a apreensão de certos conceitos de fenômenos físicos, já que seu incremento no ambiente escolar propicia aos estudantes atitude crítica e proativa e potencializa-se como uma ferramenta benéfica no ensino-aprendizagem de Física. Sua utilização de forma diversificada envolve competências distintas, promovendo entusiasmo para uma reflexão mais acurada sobre as potencialidades de uma aprendizagem qualitativa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria Elizabeth de. **ProInfo: Informática e formação de professores/Secretaria de Educação a Distância**. Volume 1. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2000.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 28ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRANCESCHINI, Hélio Antônio. et al. **Manual do Educador**. 1ª Edição. Curitiba, PR. ZOOM Editora Educacional Ltda. 2012.

MASETTO, Marcos T. **Mediação Pedagógica e o Uso da Tecnologia**. In: MORAN, José Manuel. *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*/ José Manuel Moran, Marcos T. Masetto, Marilda Aparecida Behrens. – Campinas, SP; Papirus, 2009.

MUNARI, Alberto. **Jean Piaget**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

PAPERT, S., “**Situating Constructionism**”, In: *Constructionism*, I. Harel e S. Papert, Eds, (1991). Disponível em www.papert.org, acessado em 02/07/2018.

SASSEROM, Lúcia Helena. **Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física**. In: *Ensino de Física*. Org. Anna Maria Pessoa de Carvalho. – São Paulo: Cengage Learning, 2010.