

# Technology and Gestaltism: A Robotic-Based Learning Aid Tool

J. Monsores, T. Almeida, L. Quadros, and J. Quadros

**Abstract**—With the objective to seeking a new educational approach, in which to due students to be into active protagonists of their academic life, this paper presents the design of a robotic teaching tool that was conceived from the use of techniques of Gestalt Therapy, so as to be a playful instrument of verification of learning. The relevance of the study is due to the fact of the conception of this tool arised from the extraclass view of a group of students who contributed to the development using robotics as a form of tool belonging to its universe outside the classroom. Three sessions were carried out on the use of the tool in the students' class in order to test their playful characteristics and to ascertain the ability to help learning of non-technical subjects of the students who were involved in the development of the same.

**Index Terms**—Education, Gestaltism, Robotic.

## I. INTRODUÇÃO

O uso de tecnologia de informação (TI) em ambientes de educação se encontra em um estágio avançado na atualidade [1],[2],[3]. Existem várias tecnologias sendo aplicadas no ambiente de aprendizado, tais como, ensino à distância, uso de quadros interativos, jogos eletrônicos lúdicos, entre outras [4],[5]. Algumas costuma focar no como usar a ferramenta, trazendo aos estudantes a necessidade de se adaptar a essas tecnologias, sem levar em conta o contexto geral do universo deles [3],[6]. Algumas outras são desenvolvidas segundo uma filosofia na qual o estudante aprende como manuseá-la e, ao final, adapta-se ao método cognitivo por elas apresentado [5],[7].

Muitas vezes, o baixo desempenho no uso dessas tecnologias deve-se à rejeição ao seu *modus operandi*, que ocorre no momento em que elas são apresentadas aos estudantes [8]. Como uma forma de se reduzir tais rejeições, costuma-se apresentar essas ferramentas desde os primeiros períodos dos cursos, de forma que os estudantes venham a se acostumar em sua manipulação. Contudo, pode acontecer que as barreiras para com as interfaces das ferramentas e o modo de compreender do estudante ainda persistam [6].

Essa pesquisa foi possível graças aos fomentos do CAPES, CNPq, FAPERJ e do próprio CEFET/RJ.

J. Monsores, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Maracanã, Rio de Janeiro, jomarfm06@gmail.com.

T. R. P. Almeida, Colégio Municipal do Rio de Janeiro GEO Juan Samaranch, Santa Teresa, Rio de Janeiro tanielmeida62@gmail.com.

L. C. T. Quadros, Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), Maracanã, Rio de Janeiro, lauractq@gmail.com.

J. R. T. Quadros, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Maracanã, Rio de Janeiro joao.quadros@cefet-rj.br.

Corresponding author: João Roberto de Toledo Quadros.

Isso não significa que essas ferramentas sejam inadequadas ou incorretas nas suas aplicações, mas sim que a ênfase no “como usar” ou no direcionar o usuário para o ensino via a ferramenta, sem perceber o contexto do estudante, pode causar problemas na sua usabilidade [2],[9].

Um princípio a ser considerado é que o conhecimento não é um conteúdo que apenas se armazena, tal qual *bytes* em um disco rígido, mas sim que se torna vivo e eficaz por meio de um processo de transformação pelo receptor com relação à mensagem, mesmo que essa mensagem a ser absorvida não venha tão rápida, nem em grandes quantidades [8].

Uma motivação desse estudo foi perceber e utilizar a apreciação particular de um grupo de estudantes por robôs, sendo esse “gosto pessoal” parte do seu mundo externo, e aplicar tal interesse como incentivador para o aprendizado de outros conhecimentos. Assim, buscou-se estimular esses estudantes em usar suas percepções pessoais para contribuir na construção de uma ferramenta de TI que, ao mesmo tempo em que os aperfeiçoassem neste campo do conhecimento, também os influenciassem na necessidade de se obter outros saberes, em outras áreas de ensino, que não as técnicas. Ou seja, visou-se o desenvolvimento de uma plataforma de TI lúdica para ensino que se baseasse no mundo fora da sala de aula dos estudantes, ou que fizesse parte de seu universo particular. Desse modo, a ferramenta de TI não seria mais uma tecnologia “estrangeira”, ou importada de um mundo no qual não houve identificação inicial, mas seria desenvolvida pelo próprio público-alvo, originada de suas percepções, para os tornar protagonistas ativos na evolução do seu aprendizado, sendo essa ferramenta capaz de ajudá-los nas necessidades que eles mesmos indicariam.

No caso dessa pesquisa, percebeu-se que em uma turma de estudantes do 9º ano (na faixa de idade entre doze e quinze anos), de uma instituição pública de ensino, havia um grupo que demonstrava um grande interesse em como montar e programar robôs, alguns, inclusive, com prática nessa abordagem. Esse grupo apreciava fazer uso de conceitos básicos de robótica dentro do seu dia-a-dia, fora da sala de aula, carecendo, contudo, de uma orientação mais objetiva no desenvolvimento de seus projetos caseiros.

A partir desses dados, o foco foi direcionar esses estudantes para novos conhecimentos de robótica, de modo a fazê-los atuar com mais destreza na construção de instrumentos de apoio ao ensino. Tal direção foi ajustada a cosmovisão particular deles, mostrando como o desenvolvimento da ferramenta robótica e a própria ferramenta poderia servir de estímulo para o ensino das outras disciplinas e que, ao se aproveitar desse elemento como forma de aprendizado, poder-se-ia alcançar bons resultados no aproveitamento dessas outras

disciplinas. Ao mesmo tempo, estimulou-se os estudantes a influenciar outros com essa perspectiva, formando um grupo de estudo entre eles que visasse o desenvolvimento mais completo de uma ferramenta de aprendizado.

Além disso, incentivou-se os estudantes a participar e acompanhar de forma ativa o desenvolvimento dessa ferramenta robótica voltada para ensino, direcionando esse projeto às suas necessidades, de modo que contivessem elementos do universo escolar deles somados aos seus universos particulares. Como um dos fundamentos para aplicar a inserção da cosmovisão dos estudantes no processo de fabricação de uma ferramenta de aprendizagem, utilizou-se dos princípios dispostos na Psicologia Gestalt, ou Gestaltismo [10], que enfatiza a experiência como base fundamental para a percepção. Para reduzir a reatividade no uso da robótica como elemento de estímulo de aprendizado, o envolvimento no projeto foi proposto de uma forma voluntária, ou seja, os estudantes escolhiam se queriam ou não participar do desenvolvimento e como queriam fazê-lo. Aqueles que já estavam familiarizados com a robótica, trabalharam em conjunto com os que não estavam, mas queriam aprender.

O resultado foi um jogo proposto, desenvolvido e construído pelos próprios estudantes, tanto na parte do hardware (o Robô), quanto no software (o Aplicativo), no qual os jogadores responderiam perguntas e um robô, estimulado pela exatidão, ou não, das respostas, acionaria algum movimento perceptível, de modo que o jogador pudesse avaliar o seu desempenho. As questões criadas para os testes seguiram como fonte exames nacionais aplicados às escolas do país. Para se ter uma forma de medição, com vistas a verificar o desempenho dessa abordagem didática, realizou-se três sessões de uso da ferramenta com os estudantes da turma. Em cada sessão obteve-se resultados para verificar a capacidade da ferramenta construída por eles de ser um instrumento válido de fixação de saberes e se observou se os estudantes envolvidos no projeto conseguiram criar um instrumento que conciliava seu mundo fora da sala de aula com o mundo da sala de aula e pudessem, através desse instrumento, incrementar seu desempenho nas disciplinas propedêuticas examinadas.

O artigo se encontra estruturado com uma introdução; as características gerais sobre a ferramenta robótica e o ambiente no qual o projeto foi aplicado; a metodologia para o desenvolvimento da ferramenta robótica; a metodologia e a aplicação da ferramenta no ambiente escolar com a análise dos resultados e a conclusão.

## II. CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES USADOS NO PROJETO

Essa seção apresenta os componentes, com suas características, que foram aplicados para o desenvolvimento desse trabalho, tais como, a robótica em si, o Gestaltismo e o ambiente a qual a solução do problema se aplicou.

### A. Sobre Robótica

A robótica consiste em um ramo multidisciplinar baseado em artefatos de TI que trata de sistemas compostos por componentes mecânicos e eletrônicos (microcontroladores, motores, atenuadores e sensores) com partes móveis ou não, programados e configurados para cumprir tarefas específicas [11]. Os robôs são compostos por módulos mecânicos e

motorizados, controlados manualmente ou automaticamente por circuitos integrados. Ela agrupa diferentes saberes, tais como, eletrônica, automação, programação e matemática, sendo hoje muito mais popularizada, devido a existência de interfaces com microcontroladores de preço mais acessível e com facilidade de manuseio, tais como, as interfaces Arduino [12] que são de baixo custo e com material de consulta de fácil acesso.

### B. Sobre Gestaltismo

Uma premissa dessa pesquisa foi considerar que a ação de apreender não pode estar descontextualizada das relações estabelecidas pelo aprendiz com o seu mundo, sua rede de relações ou sua cosmovisão, que representam seu dia-a-dia [10]. O que vai ser ensinado a alguém deve fazer parte, de alguma forma, do universo cotidiano desse. Neste sentido, focou-se no caráter dinâmico e singular do processo ensino-aprendizagem. Para fundamentar essa proposta, fez-se uso de uma ótica da psicologia, no caso, o Gestaltismo, que serviu de base para adaptar os processos observados.

Historicamente, as teorias cognitivistas sustentam-se numa visão mecanicista que apontam a relação ensino/aprendizagem a partir de uma lógica de causa e efeito [13]. O movimento gestaltista introduz uma noção mais dinâmica dessa relação, compreendendo que a percepção é um dos fundamentos essenciais dos processos cognitivos [10],[13]. Para essa abordagem teórica, “o todo é diferente da soma das partes” [10] e a relação entre o que percebe e o objeto percebido se dá pela atribuição de sentido e valor. Assim, a aprendizagem está conectada ao princípio no qual se acredita que, para aprender algo, se precisa que faça sentido o objeto do saber para quem vai aprendê-lo.

Nesse estudo, a robótica foi extraída do universo dos estudantes, no qual se percebeu que a mesma reunia as condições no qual se podem aplicar algoritmos de complexidade moderada, associadas a uma visão mecânica-espacial, com componentes da eletrônica, de modo a atingir vários objetivos, tais como, aprender elementos dessa cosmovisão, ou utilizar o resultado produzido para aprender outros saberes. Isto significa que, ao se buscar uma solução de TI para aprender, esse estudante se vê diante de um mundo no qual a conexão entre o saber, aprender e o se divertir fazem parte. Por conta disso, utilizando-se do Gestaltismo, a ferramenta resultante caracterizou-se como sendo um elemento maior do que apenas um recurso lúdico, mas sim, um componente de aprendizado oriundo da experiência e percepção cotidiana desses estudantes, potencializando, portanto, as capacidades de fixação do ensino dessa ferramenta.

No trabalho de Fletcher [14], por exemplo, o Gestaltismo é apresentado como uma possível abordagem pedagógica a ser utilizada em ambiente científicos que façam uso de novas tecnologias.

### C. Domínio do Projeto

O projeto desse estudo, como dito, iniciou-se a partir de uma observação de professores sobre o interesse de alguns estudantes de uma turma de 9º ano do ensino fundamental (XT9), de uma escola pública, para com ferramentas robóticas. Ao mesmo tempo, também se observou uma dificuldade

desses mesmos estudantes para com disciplinas propedêuticas, tais como matemática e língua portuguesa. Com base nisso, concebeu-se uma proposta para que eles pudessem fazer uso de seus interesses por robôs e construir uma ferramenta que os auxiliasse no aprendizado das disciplinas, nas quais eles estavam com dificuldades. Por isso, visou-se o desenvolvimento de uma plataforma robótica que contivessem elementos capazes de influenciar e motivar de forma lúdica o interesse por ensino e aprendizado das disciplinas propedêuticas, através de programação de um aplicativo de perguntas e respostas que, uma vez acionadas, produzissem a movimentação de um robô, para que os participantes pudessem conferir o seu conhecimento sobre as disciplinas.

Os próprios estudantes sugeriram o uso de um robô, ou seja, não houve apresentação de uma ferramenta pronta, ou pré-produzida, mas sim de possibilidades de conceitos da robótica, alguns já vistos por alguns da XT9, possíveis de serem utilizados para a produção da ferramenta lúdica de aprendizado.

De forma mais específica, quinze estudantes que pertenciam a XT9, composta no total de 47 estudantes, se voluntariaram para desenvolver, construir e configurar uma ferramenta robótica, composta de hardware e software, que pudesse atender aos seus interesses escolares. Desses quinze, cinco tinham conhecimentos básicos em robótica e aplicavam esse conhecimento em sua vida cotidiana, fora da sala de aula, os outros dez foram cooptados pelo entusiasmo desses cinco e passaram a ter interesse também nesse tipo de tecnologia, sendo que se observou tal interesse desde os primeiros meses do ano letivo.

Os cinco estudantes que tinham algum conhecimento sobre robótica foram os primeiros a trabalhar na ferramenta, no qual se procurou adaptar seus conhecimentos básicos com o tipo de montagem do material escolhido para construir a ferramenta, assim como a programação dos controles para movimenta-la. Como eles não estavam familiarizados com toda a tecnologia envolvida, foi realizado um treinamento de montagem e programação, utilizando ferramentas, materiais, mecanismos e ambiente próprios, que durou doze horas no total. Esse treinamento foi realizado por monitores escolhidos pelos estudantes, entre os professores da pesquisa. Esses cinco estudantes, uma vez treinados nesse ambiente, serviram como novos monitores para o treinamento dos outros dez, totalizando mais doze horas de treinamento.

Com o conhecimento adquirido nesses treinamentos, associado ao visível entusiasmo, esses estudantes fizeram as sugestões da configuração do robô a ser utilizado no experimento e montaram, eles próprios, a ferramenta robótica segundo essas sugestões. Isso também fazia parte da ideia de juntar o universo dos estudantes com os objetivos de ensino da pesquisa. Desse modo, se originou a melhor configuração física do robô, além dos requisitos de interface para um aplicativo de perguntas/respostas, a ser instalado em dispositivos móveis. Também foi possível escolher a melhor plataforma de dispositivo móvel/sistema operacional (SO) para o aplicativo.

Como parte de também estabelecer o domínio do problema, a plataforma para instalação do aplicativo, também foi escolhida por eles, sendo o uso de *smartphones* que trabalhassem com o SO Android [15], a melhor opção. Isso

porque tal plataforma também fazia parte do cotidiano dos estudantes. Os estudantes escolheram como a ferramenta iria servir para aferir, de forma básica, conhecimentos de matemática e língua portuguesa, dentro do nível do ensino básico (que incorpora do 5º ao 9º ano escolar). Eles também escolheram o modelo de montagem do robô conforme o padrão apresentado na Figura 1, com uma movimentação por rodas, que foi considerada mais fácil de ser controlada, nos critérios do estímulo do robô que se desejava, e o montaram segundo esses requisitos.

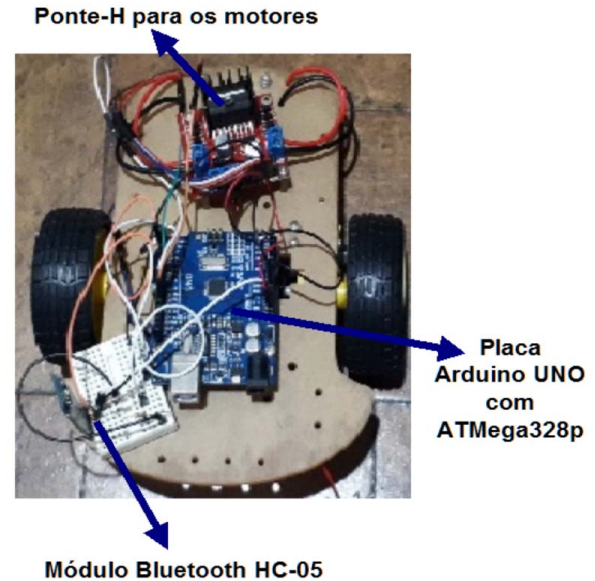


Fig. 1. Padrão de montagem real do robô utilizado no projeto, sendo esse padrão o escolhido e construído pelos estudantes.

### III. DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA

A ferramenta foi projetada, pelos estudantes, com dois módulos básicos, conforme visto na Figura 2: O módulo Robô, que está de acordo o padrão visto na Figura 1, com sua programação interna ajustada ao seu microcontrolador, e o módulo Aplicativo, que contém as perguntas e processa as respostas, sendo instalado em dispositivos móveis do tipo *smartphones*, que funcionam com o SO Android.

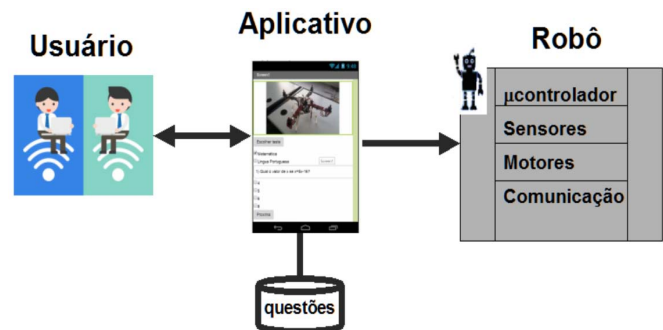


Fig. 2. Módulos componentes da ferramenta robótica.

Os dispositivos para instalação do Aplicativo possuem acesso ao protocolo de comunicação *Bluetooth* [16], que foi a forma usada para se conectar o Aplicativo ao Robô. Ressalta-se novamente que a escolha da plataforma *smartphone* com SO Android foi extraída do próprio universo externo à sala de aula,

já que era o tipo de plataforma mais usada e conhecida entre os estudantes. O Aplicativo também permite que os próprios usuários construam a sua versão do conjunto de perguntas e respostas, para melhor adaptar o uso da ferramenta, de acordo com as suas necessidades pedagógicas ou de seus interesses particulares.

O Robô foi desenvolvido utilizando-se o microcontrolador ATmega328P, montado sobre uma interface Arduino Uno. Esse microcontrolador é um dispositivo de 8 bits da família AVR com arquitetura RISC e com encapsulamento DIP28. Ele conta com 32 KB de memória *flash*, 2 KB de RAM e 1 KB de EEPROM [12]. Os outros componentes de montagem foram três servomotores; três rodas, duas móveis e uma fixa, e um módulo de comunicação *Bluetooth* HC-05. O microcontrolador é programável através de uma linguagem própria, com possibilidade também de construção de módulos baseados em outras linguagens de programação. A escolha dessa composição para o Robô se mostrou adequada aos objetivos de controle da ferramenta, uma vez que o Arduino Uno trabalha com dispositivos com tecnologia *Bluetooth*.

A programação do Aplicativo usou a linguagem visual MIT App Inventor [17], que gera executáveis do tipo *apk*, para o ambiente do SO Android. O Aplicativo torna possível a inserção de um conjunto pré-configurado de perguntas e respostas, em um arquivo texto, instalado junto com o aplicativo. A linguagem era desconhecida aos estudantes da XT9, sendo realizada uma explanação anterior sobre suas estruturas de controle básica, para que os estudantes pudessem entender o mecanismo envolvido no desenvolvimento do módulo e pudessem trabalhar com ele, construindo o código final. Um exemplo do código do Aplicativo, confeccionado por eles, e do modelo de tela pode ser visto na Figura 3.

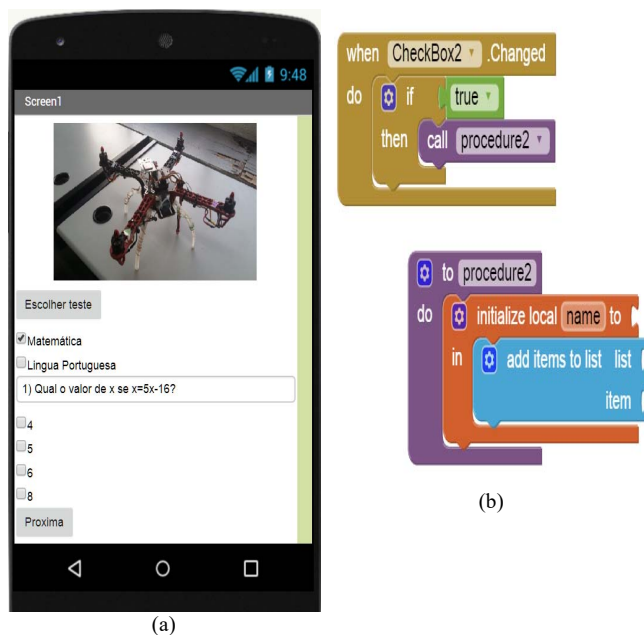


Fig. 3. Exemplo de tela usando MIT App Inventor (a) e um código para tratar das perguntas da ANEB associado a tela (b), ambos desenvolvidos pelos estudantes da XT9.

De acordo com o determinado pelos estudantes desenvolvedores, o jogo teve como regras que, a cada resposta

correta o Robô se deslocaria para frente, em uma velocidade determinada pelo grau de dificuldade da pergunta, e a cada resposta incorreta ele se movimentaria na direção contrária, se afastando de uma linha base qualquer. O objetivo do jogo seria chegar o mais próximo da linha base ou ultrapassá-la. O conjunto de perguntas foi baseado no modelo da Prova ANEB para estudantes do 9º ano, cujas orientações são feitas pelo INEP [18]. Essa prova abrange, de maneira amostral, estudantes das redes públicas e privadas do país, em áreas urbanas e rurais, matriculados do 5º ano e 9º ano do Ensino Fundamental e no 3º ano do Ensino Médio, com objetivo de ser um instrumento de avaliação da qualidade, da educação nacional e foca nos conhecimentos associados às disciplinas de matemática e língua portuguesa, constituindo-se em um conjunto de perguntas objetivas.

O conjunto de perguntas/respostas da ferramenta robótica foi estruturado de forma a se ter quatro opções de resposta, sendo apenas uma opção correta. A interface do Aplicativo foi construída para ser responsiva, minimizando prejuízos de visualização.

#### IV. METODOLOGIA DOS TESTES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nessa seção, explica-se, com mais detalhe, a metodologia de aplicação dos testes realizados com a ferramenta robótica produzida pelos estudantes, assim como os resultados obtidos durante as sessões dos testes.

##### A. Metodologia dos Testes

Para que os testes estivessem aderentes a proposta da metodologia do Gestaltismo, durante a submissão da ferramenta com os estudantes da XT9, foi necessário gerar um modelo de interconexão entre a ferramenta desenvolvida e os usuários-alvo, com o objetivo de dar uma forma ao objeto a ser usado, utilizando o conceito de psicologia da forma do Gestaltismo. Um outro conceito utilizado foi que a soma das partes deve ser diferente do todo, no caso dessa pesquisa, a XT9 e a ferramenta robótica seriam as partes a serem somadas. Para que essa submissão fosse bem-sucedida, foi importante destacar à toda XT9 que a ferramenta robótica, a eles apresentada, foi concebida, desenvolvida, produzida e estaria sendo aplicada por estudantes dessa turma.

Os estudantes que desenvolveram a ferramenta a apresentaram à XT9 antes de qualquer sessão prática. Os outros estudantes foram incentivados a usar a ferramenta robótica (o Aplicativo e o Robô), sem se preocupar com erros e acertos, sendo o objetivo apenas observar como o Robô funcionava. Ao final, todos os 47 estudantes da XT9 fizeram uma votação para dar nome ao Robô, sendo o nome “Optimus Prime” (personagem de famosa série de desenhos e filmes sobre robôs) escolhido pela maioria. Vale ressaltar que, o momento da escolha do nome foi o momento da soma entre o mundo fora da sala de aula com o mundo dentro da sala de aula. Com a devida identificação e “pessoalização”, o Robô passou a fazer parte da XT9. Ele não era um intruso, ou estrangeiro, ou uma ferramenta tecnológica colocada ante eles, com a expectativa de uso. Ele foi “adotado” como um integrante ativo da XT9, se tornou um elemento dela e um auxiliador na função de fixar e construir saberes. Ao ser

utilizado nas sessões, o Robô e o Aplicativo deixaram de ser uma ferramenta, passaram a ter uma “personalidade”, uma forma aderente a cosmovisão dos estudantes e por isso, reduziu-se a reatividade em seu uso, uma vez que ele acabou se tornando parte da estrutura de ensino de forma natural.

Para as sessões, separou-se três dias alternativos, da mesma semana. No primeiro dia compareceram 39 estudantes, dos 47 da XT9, no segundo dia 38 e no terceiro dia 43. Em todos os dias, os quinze estudantes do grupo de desenvolvimento fizeram parte. No primeiro dia distribuí-se os estudantes em seis grupos: três com sete estudantes e três com seis. Para o segundo dia formou-se também seis grupos: quatro com seis estudantes e dois com sete. No terceiro dia foram outros seis grupos, mas cinco grupos com sete estudantes e um grupo com oito. Em cada sessão pelo menos um grupo, fosse de seis, sete ou oito estudantes, continha apenas estudantes que fizeram parte do grupo de desenvolvimento, sendo os restantes desse grupo de desenvolvimento distribuídos nas outras equipes.

Os grupos do primeiro dia de sessão denominaram-se S1G1, S1G2, S1G3, S1G4, S1G5 e S1G6, sendo os grupos S1G1, S1G2 e S1G3 com sete estudantes, sendo os demais com seis estudantes. O grupo S1G1 foi o grupo formado só com estudantes do grupo de desenvolvimento. No segundo dia formou-se os grupos S2G1 e S2G2 com sete membros, sendo o S2G1 aquele formado com estudantes do grupo de desenvolvimento, e os grupos S2G3, S2G4, S2G5 e S2G6 compostos por seis estudantes cada. Já no terceiro dia, a última sessão, formou-se o grupo S3G1, com oito membros do grupo de desenvolvimento, e os grupos S3G2, S3G3, S3G4, S3G5 e S3G6 com sete estudantes em cada grupo. Tanto quanto possível, resolveu-se, por uma questão de melhor observação do desempenho no jogo, mesclar os grupos entre si, em dias diferentes, de modo que o S1G1 não tivesse todos os mesmos membros do S2G1 e assim por diante.

Aplicou-se, em cada sessão, dois questionários de testes, cada qual com dez perguntas associadas a disciplinas do ANEB (matemática ou língua portuguesa), totalizando dois conjuntos de vinte perguntas por sessão. Cada conjunto possuía dezesseis questões simples e quatro com grau de dificuldade maior, pois, segundo as regras criadas pelos estudantes da XT9, a resposta correta das perguntas mais difíceis faria o Robô se movimentar com maior velocidade, alcançando distâncias maiores.

Os dois conjuntos de perguntas de cada sessão foram feitos com a orientação dos professores do curso, um apresentando um grau de dificuldade comum e o outro um grau de dificuldade mais elevado. A dinâmica dos testes consistiu que, em cada grupo, em cada sessão, se experimentasse o conjunto das vinte perguntas do teste comum e dois estudantes de cada grupo, escolhidos por sorteio, experimentassem de forma individual o conjunto de vinte perguntas do teste que possuía o grau de dificuldade mais elevado.

Ao final, anotou-se o tempo total que cada grupo levou para responder as vinte perguntas comuns; o tempo médio obtido pelos estudantes escolhidos para responder as outras vinte perguntas, com grau de dificuldade mais elevado; a quantidade de acertos entre as dezesseis perguntas mais fáceis de cada teste e a quantidade de acertos das outras quatro perguntas mais difíceis, tanto para os grupos, como pelos estudantes escolhidos. Os resultados obtidos estão na Tabela 1.

TABELA 1  
RESULTADOS DAS SESSÕES COM A FERRAMENTA ROBÓTICA,  
DURANTE OS TRÊS DIAS

Grupo	Tempo total do grupo para responder as vinte perguntas	Tempo médio dos dois escolhidos para responder as vinte perguntas.	Média de acertos das dezesseis perguntas fáceis, tanto do grupo, quanto dos 2 escolhidos.	Média de acertos das quatro perguntas difíceis do grupo e 2 escolhidos.
S1G1	23m 30s	15m 02s	37,5 %	50 %
S1G2	33m 10s	23m 45s	12,5 %	0 %
S1G3	35m 23s	21m 03s	12,5 %	0 %
S1G4	35m 53s	25m 23s	6,3 %	0 %
S1G5	37m 56s	24m 56s	25 %	25 %
S1G6	37m 14s	21m 23s	25 %	25 %
S2G1	19m 23s	14m 23s	56,3 %	50 %
S1G2	37m 23s	23m 12s	25 %	0 %
S2G3	40m 24s	22m 34s	50 %	25 %
S2G4	34m 12s	21m 05s	50 %	25 %
S2G5	27m 13s	21m 06s	31,3 %	25 %
S2G6	27m 12s	25m 02s	25 %	75 %
S3G1	18m 10s	12m 23s	75 %	100 %
S3G2	30m 12s	19m 23s	62,5 %	25 %
S3G3	25m 12s	15m 23s	62,5 %	25 %
S3G4	22m 12s	15m 30s	56,3 %	75 %
S3G5	25m 56s	16m 45s	56,3 %	50 %
S3G6	22m 34s	14m 58s	62,5 %	100 %

Uma parte da dinâmica dos testes não envolveu as sessões com a ferramenta robótica. Uma semana antes da semana das sessões, toda XT9 se submeteu a testes de matemática e língua portuguesa avulsos, cujos percentuais associado às notas estão apresentados na Tabela 2. Após a dinâmica das sessões com a ferramenta robótica, realizou-se outro teste na segunda semana seguinte à última sessão, com os percentuais de notas também apresentados na Tabela 2.

TABELA 2  
RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES AVULSAS, ANTES E DEPOIS DAS  
SESSÕES COM A FERRAMENTA ROBÓTICA

Avaliação	Grau 10 a 8	Grau 7 a 5	Grau 4 a 2	Grau 1 e 0
Antes das Sessões	4 %	27,7 %	57,3 %	11 %
Depois das Sessões	32 %	47 %	15 %	6 %

## B. Discussão dos Resultados

O tempo médio de cada sessão com todos os grupos variou entre 2h 30m e 3h. Já o tempo das sessões com os dois estudantes, escolhidos dos grupos, foi mais longo, pelo fato de haverem duas jogadas por grupo, variando entre 3h 15m e 4h 20m. Devido a isso, as sessões com os estudantes individuais ocorreram pela manhã e as sessões com os grupos ocorreram pela tarde, uma vez que a escola no qual a XT9 funcionava possibilitava o uso de contra-turno, existindo refeitório para os estudantes almoçarem antes da segunda sessão, realizada entre os grupos. Algumas observações subjetivas, realizadas pelos professores que prestaram assistência as sessões, foram anotadas, entre as quais, verificou-se que na primeira sessão, havia mais interesse no Robô do que em responder corretamente as perguntas do teste, tanto pelos grupos, quanto no individual. Esse interesse nas perguntas e respostas corretas aumentou na segunda sessão e passou a ser o foco principal na terceira sessão.

Essa evolução percebida foi, na opinião dos professores, causada pela aderência da ferramenta aos interesses deles. No princípio foi um reconhecimento, no qual os estudantes acertavam ou erravam só para ver o Robô se movimentar, já na segunda havia o interesse de acertar as questões e fazer o Robô deslocar-se para mais longe. Já na última sessão o foco foi acertar as questões, independente da distância que o Robô iria andar.

Nessa última sessão, o Robô serviu como um sinalizador que os avisava quando estavam corretos e os animava a perseguir o alvo de responder as perguntas. Isso também pode ser observado na Tabela 1, no qual se percebe que os resultados da terceira sessão foram muitos melhores do que os resultados da primeira e da segunda sessão, tanto em termos de tempo para responder as perguntas, quanto na quantidade de acertos das perguntas mais fáceis, ou das mais difíceis. Sendo que, para cada sessão, as perguntas foram diferentes. Os grupos e estudantes que continham aqueles que faziam parte dos quinze da equipe de desenvolvimento, que eram os grupos S1G1, S2G1 e S3G1, obtiveram um desempenho mais satisfatório que os demais em todas as sessões, inclusive nas sessões individuais, mas ao longo das outras sessões os demais grupos se aproximaram dos índices desses grupos.

Na Tabela 2, é possível observar os resultados das aplicações de provas pelos professores, nos moldes na prova da ANEB antes das sessões com a ferramenta robótica e depois das sessões. Na comparação percebe-se que as notas melhoram muito depois do uso da ferramenta. Com base nas percepções dos professores dos estudantes sobre o evento, esses indicaram que as sessões produziram um maior foco nas disciplinas propedêuticas examinadas, tanto por conta do uso de uma ferramenta que foi desenvolvida por estudantes, como também porque esse uso fez os estudantes pensarem com mais foco nessas disciplinas.

Conforme relato dos próprios estudantes, todos instalaram o Aplicativo da ferramenta em seus dispositivos móveis e mesmo não podendo conectar ao Robô, utilizaram-no em seus lares, só para exercitar parte das questões em casa, procurando as mais difíceis, imaginando que, ao responder as questões, movimentariam o "Optimus Prime".

Ainda na percepção dos professores, eles verificaram, através de conversas com os estudantes, que esse estímulo, associado à sensação de terem sido ajudados por uma ferramenta "pessoalizada", ou seja, um "amigo robótico", com nome próprio, os auxiliou na busca por um desempenho melhor na segunda prova após as sessões, conforme visto na Tabela 2.

Houve uma parte de informações oriundas de entrevistas com os estudantes envolvidos na pesquisa, com uma única pergunta, "O que você achou dessa experiência?", com o propósito de obter a visão lúdica deles sobre o evento. Entre as declarações obtidas, citam-se: "Eu não sabia como os robôs tinham tanta coisa de matemática, isso me fez gostar mais da matéria. O robô está cheio de coisas de números e matemáticas, foi bom estudar isso com o robô" (sic); "A professora me fez ver quando estávamos fazendo o robô que uma linguagem para fazer um programa tem muita coisa do português. Temos que ver o que as pessoas querem que o robô faça, temos que fazer os programas com palavras, que precisam ser as certas, com pontuação certa, e na posição certa, igualzinho quando a gente escreve um texto em nossa língua" (sic); "Querida muito ter um

'Optimus' em minha casa, eu ia programar ele para responder perguntas dos heróis da Marvel, (sic)".

## V. CONCLUSÕES

Para o objetivo principal, buscou-se a captação do aspecto de TI que fazia parte da cosmovisão dos estudantes, aplicou-se o Gestaltismo e dessa percepção incluiu-se a ferramenta de TI na sala de aula, com uma forma personalizada e aderente às expectativas dos estudantes. O processo da concepção da ferramenta robótica começou em perceber o mundo extra-classe e quais elementos de TI estariam nele. A ferramenta robótica foi construída pelos estudantes, para os estudantes e tornou-se um componente formatado para seu mundo intra-classe. TI passou a ser um componente externo deles e os auxiliou a criar o "Optimus Prime", que passou a estar somado ao mundo deles, conectando o externo com o interno, criando, a partir dessa soma, uma cosmovisão diferente. No processo de aderência da ferramenta ao mundo dos estudantes, através das sessões, houve nítida evolução na fixação de saberes e de interesses em novos conhecimentos. Desse modo, a aplicação do Gestaltismo com TI se mostrou eficiente na fixação de saberes dos estudantes envolvidos.

Como trabalhos futuros, a experiência está sendo repetida em outra turma, que, desta vez, passou a ter o auxílio de ex-estudantes, que agora estão em escolas técnicas de Informática e de Mecânica (63% da XT9). Assim, um novo robô, um novo aplicativo, voltado para outras áreas propedêuticas, está sendo criado, mais uma vez, por outros estudantes, de modo a reforçar que o uso do Gestaltismo associado a TI, em estudos de caso semelhantes, tem a capacidade de construir instrumentos de fixação de saberes e de estímulo a autoconfiança, criando uma nova cosmovisão, no qual a sala de aula faz parte de um mundo diferente bem maior.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a GEO Juan Samaranch de Santa Teresa - RJ por sua hospitalidade e presteza e aos seus professores que de pronto nos atenderam. Também agradecemos ao CEFET/RJ, a FAPERJ e ao CNPQ.

## REFERÊNCIAS

- [1] M. Abdel-Basset, G. Manogaran, M. Mohamed, & E. Rushdy. "Internet of things in smart education environment: supportive framework in decision-making process" in *Concurrency and Computation*, Wiley Ed., vol. 31, no. 10, 2018.
- [2] A. E. Chis, A. N. Moldovan, L. Murphy, P. Pathak & C. H. Muntean. "Investigating Flipped Classroom and Problem-based Learning in a Programming Module for Computing Conversion Course," in *Educational Technology & Society*, vol. 21, no. 4, 2018, pp 232–247.
- [3] D. Bogusevschi, C. Muntean, & G. M. Muntean. "Teaching and Learning Physics using 3D Virtual Learning Environment: A Case Study of Combined Virtual Reality and Virtual Laboratory in Secondary School," in *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, K. Graziano (Ed.), vol. 1, USA, 2019, pp 721-728.
- [4] J. Lumagbas, W. Smith, E. Care & C. Scoular. "Tablet computers in Philippine public school-level factors that influence technology management and use," in *Journal of Technology Pedagogy and Education*, vol. 38, 2019, pp 73-89.
- [5] D. Polly et al. "Developing technological pedagogical content knowledge in elementary education programs," Pre-Service and In-Service Teacher Education: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. IGI Global. DK, 2019.

- [6] K. Spada. "Higher education in digital age" in *IEEE Transactions on Professional Communication*, vol. 57, no. 12, 2014, pp 150-153.
- [7] E. Ogasawara, et al. "Amê: an environment to learn and analyze adversarial search algorithms using stochastic card games, SAC's," in *Proceedings of 30<sup>th</sup> Annual ACM Symposium on Applied Computing*, USA: New York, 2015, pp. 208-213.
- [9] A. Grilo. "Experiência do usuário em interfaces digitais" in *SEDIS-UFRRN*, Brazil: Natal, 2019.
- [8] A. Kukulska-Hulme & J. Traxler. "Design principles for learning with mobile devices," *Rethinking Pedagogy for a Digital Age: Designing for 21st Century Learning*, 3rd ed, Routledge, 2019.
- [10] M. Moares. "O gestaltismo e o retorno à experiência psicológica." *História da psicologia: rumos e percursos*, NAU Ed., Brazil:Rio de Janeiro, 2007.
- [11] C. Webster & S. H. Ivanov. "Robotics, Artificial Intelligence, and the Evolving Nature of Work," *Business Transformation in Data Driven Societies*, Palgrave-MacMillan ed., 2019.
- [12] M. Banzi & M. Shiloh, "Getting started with Arduino: the open source electronics prototyping platform", 3rd Ed, Maker Media, USA, 2014.
- [13] A. G. Penna "Introdução à história da psicologia contemporânea", Ed. Zahar. Rio de Janeiro, Brazil:RJ, 1982.
- [14] K. Fletcher. "Gestalt theories applied to science and technology," in *The Official Journal of the Institute of Science and Technology*, UK, 2018.
- [15] R. Meier "Professional Android 4 application development", 1st Ed, Willey, Indiana, USA, 2012.
- [16] N. M. O. Rufino. "Wireless network security: learning to protect your information in Bluetooth environments," Novatec, São Paulo, Brazil:SP, 2011.
- [17] E. W. Patton, M. Tissenbaum & F. Harunani. "MIT App Inventor: Objectives, Design, and Development," *Computational Thinking Education*, Springer Ed., Singapore, 2019.
- [18] ANEB, Avaliação Nacional da Educação Básica - INEP. Available: <http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/saeb/sobre-a-aneb>, Accessed on October 2, 2019.



**João Roberto de Toledo Quadros.** Possui graduação em Engenharia da Computação (1987) pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro, mestrado em Sistemas e Computação (1996) e doutorado em Ciência dos Materiais (2008) pelo Instituto Militar de Engenharia. Atua nas áreas de Robótica Educacional e no uso de competências de

TI como instrumento didático



**Jomar Monsores.** Graduado em Informática pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (1989), experiente na área de Ciência da Computação, com ênfase em Banco de Dados. Possui MBA em Gestão em Tecnologia da Informação e Negócios Virtuais pelo CEFET/RJ. É mestrando em Ciência da Computação no CEFET-RJ, desde 2018.



**Tania Regina Pinto de Almeida.** Possui graduação em Letras pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (1983) e mestrado em Letras pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (2000). Atua na educação pública nos níveis fundamental e básico, com ênfase em língua portuguesa e literatura infanto-juvenil.



**Laura Cristina de Toledo Quadros.** Possui graduação em Psicologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1986), mestrado em Psicologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1991) e doutorado em Psicologia pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (2011). Especialista em psicologia clínica e em Gestalt Terapia.