

---

## **EM BUSCA DO PRÊMIO NOBEL: UM JOGO DIGITAL MULTIPLATAFORMA E MULTITEMÁTICO**

*IN SEARCH OF THE NOBEL PRIZE: A MULTI-PLATFORM AND MULTI-  
THEMATICAL DIGITAL GAME*

Eliabe Maxsuel de Aquino<sup>1</sup>  
Farnésio Vieira da Silva Diniz<sup>2</sup>  
Geovani Ferreira Barbosa<sup>3</sup>  
Carlos Alberto dos Santos<sup>4</sup>

### **Resumo**

Apresenta-se neste trabalho a versão 1.0 do jogo “Em busca do Prêmio Nobel” (EBPN). Trata-se de um jogo multiplataforma e multitemático, tipo tutorial com alguns elementos similares àqueles presentes em jogos RPG. Duas funcionalidades importantes foram acrescentadas à versão beta, uma de natureza administrativa e outra pedagógica. A primeira refere-se à possibilidade de o professor criar e administrar várias turmas, e a segunda refere-se à inclusão de laboratórios virtuais do portal PhET. Em ambas as versões, o conteúdo de aprendizagem é apresentado sob a forma de hipertextos e de mapas conceituais. Minibiografias das personalidades mencionadas no material didático são apresentadas como um elemento cultural. O conteúdo abordado na versão atual é a eletrodinâmica, e os textos utilizados no jogo foram elaborados de acordo com a teoria de aprendizagem de David Ausubel. Na avaliação preliminar, realizada após uma aplicação informal, os alunos corroboraram opiniões favoráveis emitidas pelos alunos que participaram da aplicação da versão beta, que abordou a atomística.

**Palavras chave:** Jogo digital; Eletrodinâmica; Ausubel.

### **Abstract**

This work presents version 1.0 of the game “In Search of the Nobel Prize” (EBPN, in the acronym in Portuguese). It is a multiplatform and multithematic game, of the tutorial type with some elements similar to those present in RPG games. Two important functionalities were added to the beta version, one of an administrative nature and the other pedagogical. The first refers to the possibility for the teacher to create and manage several classes, and the second refers to the inclusion of virtual laboratories from the PhET portal. In both versions, the learning content is presented as hypertexts and concept maps. Mini-biographies of personalities mentioned in the didactic material

---

<sup>1</sup> Licenciado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

<sup>2</sup> Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

<sup>3</sup> Doutor em Ciência de Materiais pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atualmente, é professor associado I da Universidade Federal Rural do Semi-Arido (UFERSA), Campus Mossoró.

<sup>4</sup> Doutor em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

are presented as a cultural element. The content addressed in the current version is electrodynamics, and the texts used in the game were prepared according to David Ausubel's learning theory. In the preliminary evaluation, carried out after an informal application, the students corroborated favorable opinions issued by the students who participated in the application of the beta version, which addressed the atomistic.

**Keywords:** Digital game; Electrodynamics; Ausubel.

## Introdução

Há referências a jogos educacionais desde o final do Século 19, e é imensa a literatura a respeito do assunto. No contexto do presente trabalho, e para se ter uma visão geral da bibliografia primordial, uma leitura recomendável é o artigo de Guy Wagner, publicado em 1964 (WAGNER, 1964). Quanto aos jogos digitais, que começaram a ser produzidos nos anos 1950, e só passaram a ser usados extensivamente na educação a partir dos anos 1990, recomendamos o artigo de Ulrich Wechselberger (WECHSELBERGER, 2009). É neste cenário que se insere “Em busca do prêmio Nobel” (EBPN), um jogo do tipo tutorial, com características de RPG (*role-playing game*). Ele foi criado no início dos anos 2000, mas seu código só foi escrito em 2017 e publicado no ano seguinte (DOS SANTOS; DE AQUINO, 2018). Na sua versão beta ele foi usado em um produto educacional sobre o ensino de atomística (DINIZ, 2018; DINIZ; DOS SANTOS, 2019). Na versão atual, objeto deste artigo, e que passará a ser denominada *Versão 1.0*, o jogo foi incrementado em algumas funcionalidades didáticas e está sendo formatado para ser usado no ensino de eletrodinâmica no segundo semestre de 2023.

Na breve revisão bibliográfica que se segue, daremos prioridade aos trabalhos publicados depois de 2017. Para a literatura anterior sugerimos a leitura dos artigos supracitados.

No capítulo 2 de sua tese de doutorado, Jantina Huizenga (HUIZENGA, 2017) faz uma abrangente revisão da literatura, analisando 46 trabalhos publicados no período 1999-2009, a respeito da aprendizagem baseada em jogos digitais (DGBL, na sigla em inglês) na educação básica. Apresentaremos aqui os resultados que consideramos mais relevantes no escopo do nosso trabalho, destacando não apenas os aspectos referentes à aprendizagem, como também aqueles referentes à motivação dos estudantes para a aprendizagem. Como se sabe, sem a vontade para aprender os métodos de ensino têm pouca chance de sucesso (AUSUBEL, 1969;

BRUNER, 1978). Neste sentido, Huizenga concorda com vários autores, argumentando que o uso de jogos na educação é uma excelente maneira de combinar aprendizagem significativa com diversão. No entanto, muitas das alegações da eficiência da DGBL não são validadas empiricamente (MISHRA; FOSTER, 2007), e a tentativa de combinar a ludicidade dos jogos comerciais com os objetivos didáticos tem resultado frequentemente em jogos que não atendem a nenhuma dessas facetas (BRUCKMAN, 1999; HUIZENGA, 2017; DINIZ; DOS SANTOS, 2019).

É interessante observar que embora o jogo EBPN tenha sido concebido bem antes da publicação dos resultados de Huizenga, seus objetivos e formatação obedecem aos critérios estabelecidos por Huizenga para a seleção da sua amostra. Ou seja, Huizenga selecionou apenas jogos que apresentam as seguintes características: objetivos bem definidos, regras, limites, desafios, penalizações, alegria, satisfação e, finalmente, tenha sido usado na educação elementar ou secundária.

Os 46 artigos analisados por Huizenga contêm 93 alegações de eficiência em relação às três características investigadas: eficiência na aprendizagem, motivação e compromisso com o jogo. A conclusão da pesquisadora é de que as alegações referentes ao compromisso com o jogo foram empiricamente confirmadas na amostra investigada. Todavia, tanto no caso da motivação, quanto da eficiência na aprendizagem os resultados publicados não são suficientes para a confirmação dos alegados benefícios dos jogos tipo DGBL. Neste sentido, achamos importante destacar um comentário da autora, que acreditamos ser contemplado pelo jogo EBPN:

Para a aprendizagem é importante que haja um bom equilíbrio entre os elementos do jogo e elementos de aprendizagem. O jogo deve ser divertido, mas é importante que os elementos do jogo não perturbem o processo de aprendizagem. Feedback útil é necessário e as restrições do ambiente educacional devem ser abordadas (HUIZENGA, 2017, tradução nossa).

Em 2019, Saprudin e colaboradores publicaram um trabalho sobre a eficiência do uso de jogos digitais no rendimento escolar em pequenas e grandes turmas (SAPRUDIN et al., 2019). Essa é uma questão bastante pertinente nos dias atuais, razão pela qual vale a pena conhecer esse trabalho. A nossa prática como docente indica que o rendimento escolar cai à medida que as turmas crescem. É muito mais fácil ensinar a dois ou três alunos, do que ensinar a cinquenta. Saprudin e

colaboradores apresentam uma extensa relação de autores, todos indicando que o uso de jogos digitais melhora o rendimento escolar no estudo de diferentes áreas da física. No entanto são raros os estudos comparando o rendimento escolar em pequenas e grandes turmas.

Os resultados apresentados nesse trabalho sugerem que o uso de jogos digitais foi mais efetivo quanto ao rendimento escolar na turma grande (40 alunos), do que na turma pequena (18 alunos). Embora o resultado tenha sido estatisticamente significativo, ele é surpreendente. Era de se esperar que o resultado fosse igual, ou que a turma grande tivesse rendimento menor do que a turma pequena. De qualquer modo, os autores têm razão ao afirmar que: “Espera-se que os resultados desta pesquisa sejam uma indicação de que o tamanho da turma não é uma barreira para se proporcionar um bom rendimento escolar” (SAPRUDIN et al., 2019).

Para finalizar esta breve revisão da literatura recente, recomendamos fortemente o texto de Aguilera e de Roock, publicado recentemente na “Oxford Research Encyclopedias, Education” (AGUILERA; DE ROOCK, 2022). Trata-se de uma espécie de estado-da-arte, indispensável para quem trabalha na área DGBL. Os autores apresentam a literatura sobre diferentes e importantes tópicos, tais como: origens da DGBL e áreas correlatas; debates sobre os conceitos fundamentais; o que conta para a aprendizagem; o que é um jogo; jogos digitais versus analógicos; o que é aprendizagem baseada em jogos; abordagens acadêmicas da DGBL; abordagens positivistas; abordagens interpretativas; abordagens críticas; aplicações DGBL em diferentes contextos educacionais; jogos comerciais de diversão; jogos educacionais; desenho de jogos pelos estudantes; gamificação; críticas, respostas e possibilidades da DGBL; críticas educacionais; críticas sociológicas: toda aprendizagem é boa aprendizagem?

Faremos aqui um resumo dos aspectos estritamente relacionados com o EBPN. Conforme consta na literatura (DOS SANTOS; DE AQUINO, 2018; DINIZ; DOS SANTOS, 2019), e como se verá a seguir, o EBPN é um jogo ontologicamente educacional. Ele foi elaborado a partir de um hipertexto didático (DOS SANTOS, 2002), de modo que se trata de uma gamificação do hipertexto. Portanto, é interessante confrontar seus objetivos educacionais com o que dizem os pesquisadores da área, conforme descrevem Aguilera e de Roock, no tópico “What Counts as Learning?”.

Para discutir esse tópico, Aguilera e de Roock usam duas referências (SFARD, 1998; NASIR et al., 2021) que não estavam em nosso radar concernente à literatura sobre jogos digitais, mas que consideramos de suma importância no contexto dos nossos projetos nesse tema. Temos como critério basilar a definição de objetivos didáticos para orientar a elaboração de nossos jogos. Neste sentido, é interessante ter em mente que o jogo EBPN obedece às duas metáforas historicamente usadas por pesquisadores da educação: aprendizagem como aquisição, no caso do EBPN, apropriação conceitual, e aprendizagem via interação social (SFARD, 1998). Além disso, um jogo como o EBPN também atende os princípios sugeridos por Nasir e colaboradores:

(1) A aprendizagem está enraizada em sistemas evolutivos, biológicos e neurológicos; (2) A aprendizagem é integrada com outros processos de desenvolvimento, como emoção, identidade, cognição; (3) A aprendizagem é moldada na prática culturalmente organizada ao longo da vida das pessoas; (4) A aprendizagem é incorporada e coordenada por meio da interação social (NASIR et al., 2021). [Tradução nossa].

### **O algoritmo do jogo EBPN e suas funcionalidades na versão eletrodinâmica**

O algoritmo da versão beta do jogo EBPN foi apresentado em (DOS SANTOS; DE AQUINO, 2018). Reproduziremos aqui os elementos do algoritmo essenciais para a apreciação da versão 1.0. O estágio atual do sistema está disponível neste endereço: <http://www.eleto.jpnobel.com.br/web/site/index>. O jogo se desenvolve em dois ambientes administrados por um código PHP<sup>5</sup>, com auxílio do Yii Framework na versão 2<sup>6</sup>. O ambiente de aprendizagem consiste em páginas de conteúdo em HTML, simulações extraídas do portal PhET<sup>7</sup>, da Universidade do Colorado, em Boulder (EUA), e mapas conceituais confeccionados com a ferramenta CmapTools<sup>8</sup>. O ambiente de jogo consiste em um banco de dados MySQL<sup>9</sup>, com questões e telas de transição com a participação do Mestre-Orientador, um personagem similar ao Mestre de Jogo ou Narrador nos jogos de RPG. Todo o sistema está baseado na arquitetura

<sup>5</sup> [https://secure.php.net/manual/pt\\_BR/intro-what-is.php](https://secure.php.net/manual/pt_BR/intro-what-is.php).

<sup>6</sup> <http://www.yiiframework.com/>.

<sup>7</sup> <https://phet.colorado.edu>

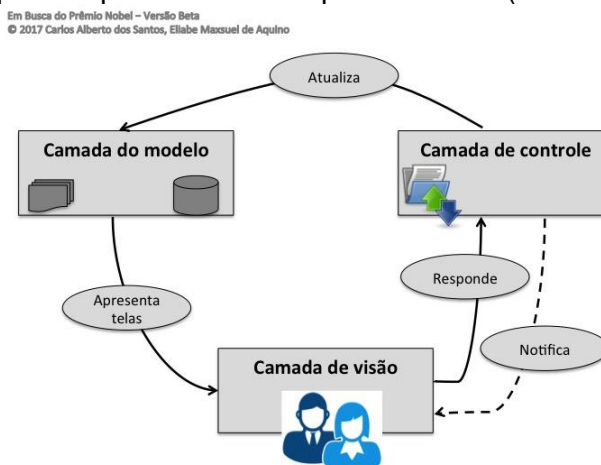
<sup>8</sup> <https://cmap.ihmc.us/>.

<sup>9</sup> <https://www.mysql.com/>.

MVC (*Model-view-controller*)<sup>10</sup>. Como ilustrado na Figura 1, a arquitetura MVC opera em três camadas:

- ❖ Camada de modelo, responsável pela leitura, escrita e validação dos dados do banco.
- ❖ Camada de visão, por meio da qual os dados e informações são exibidos ao usuário. É o que de fato o usuário vê, ou seja, é a exibição das páginas HTML, dos mapas conceituais, das simulações PhET, e das questões.
- ❖ Camada de controle, responsável pela comunicação entre as camadas de visão e de modelo. Ela recebe as informações da camada de visão e manipula essas informações na camada de modelo para que sejam gravadas no banco de dados.

**Figura 1:** Esquema operacional da arquitetura MVC (*Model-view-controller*).



Fonte: DOS SANTOS; DE AQUINO (2018).

Nessa versão 1.0, os desafios consistem em questões típicas do ENEM, e na realização de experimentos virtuais PhET. Ao acessar a página do jogo, o usuário tem duas alternativas: estudar ou jogar. Para jogar ele deverá passar por um teste de admissão, ou seja, acertar três questões sucessivas de nível fácil. Para estudar ele tem o conteúdo apresentado sob a forma de hipertextos, simulações PhET e mapas conceituais. O algoritmo tem três interfaces: administração, aprendizagem e jogo (DOS SANTOS; DE AQUINO, 2018). Vamos aqui apresentar apenas o que foi acrescido na versão eletricidade, em relação à versão beta, em cada uma das interfaces. Algumas telas de entrada foram alteradas, e ainda estão em processo de

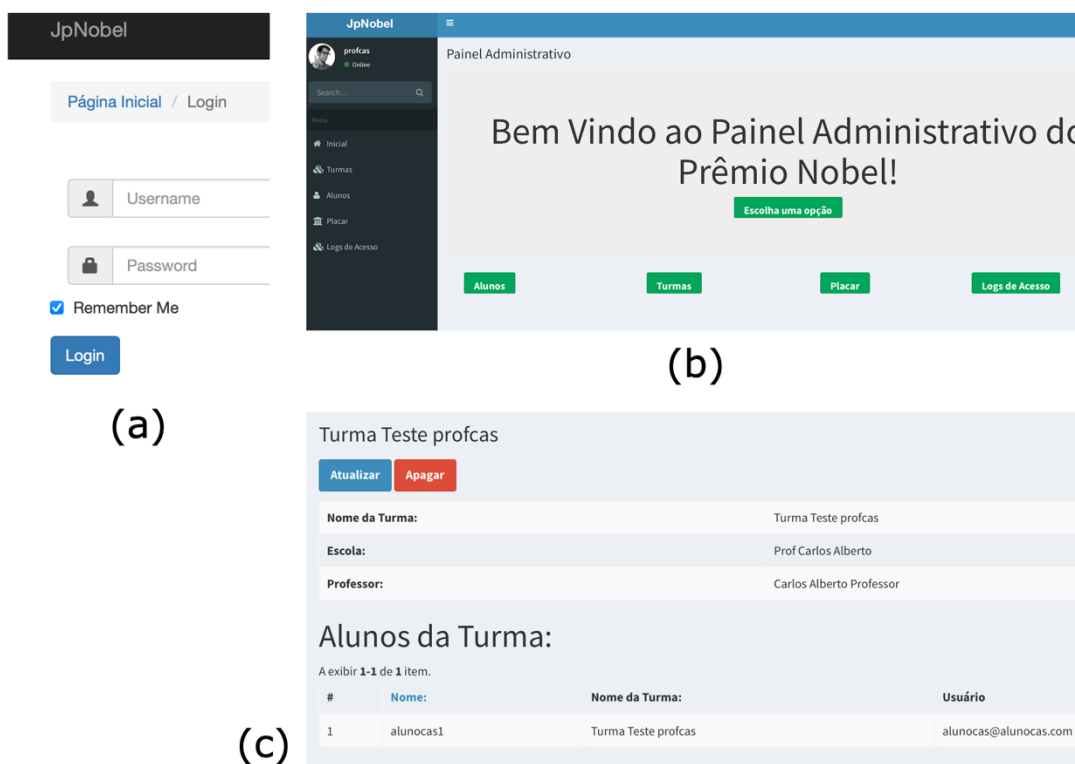
<sup>10</sup> <https://pt.wikipedia.org/wiki/MVC>.

avaliação sobre a estética, de modo que as imagens apresentadas nas Figuras 2 e 3 podem ser consideradas provisórias na versão 1.0.

**Figura 2:** Tela de entrada do jogo EBPN.



**Figura 3:** Algumas telas do jogo EBPN. (a) Tela para conexão; (b) Painel administrativo; (c) Informações sobre turma cadastrada.



Fonte: Os autores.

### **Interface de administração**

Na interface de administração (Figura 3b) da presente versão tem-se três perfis: administrador, professor e aluno. Depois de credenciado pelo administrador, o professor pode criar e gerenciar mais de uma turma (Figura 3c). Como administrador da turma, o professor pode acompanhar os alunos que estão acessando o sistema, incluindo a data do último acesso. Finalmente, o programa publica um painel com todas as informações do sistema: número de alunos cadastrados, quantidade de questões, turmas e pontuações de participantes do jogo.

### **Interface de aprendizagem**

A interface de aprendizagem consiste de hipertextos, simulações PhET e mapas conceituais. Os hipertextos consistem em páginas de conteúdo (contidas na biblioteca). Por exemplo, a biblioteca de atomística (DINIZ; DOS SANTOS, 2019), consiste em textos sobre: O que é atomística?; Eventos históricos que originaram a Física Moderna e a Química Moderna; Modelos atômicos; Modelo de Rutherford e Bohr; Propriedades atômicas da matéria; Radioatividade; Classificação periódica dos elementos.

Como se verá mais adiante, na presente versão a biblioteca é constituída de textos ausubelianos (AUSUBEL, 1960, 1963, 1965), incluindo organizadores prévios. A biblioteca do jogo contém o material que é também usado em sala de aula. Os organizadores prévios foram elaborados seguindo as recomendações de Ausubel (AUSUBEL, 1963):

Esses organizadores são apresentados antes do próprio material de aprendizagem, e são formulados em termos que já são familiares para o aluno, e também são apresentados com maior nível de abstração, generalidade e inclusão [Tradução nossa].

Seguimos também orientação cristalizada na literatura a respeito da importância dos mapas conceituais no processo de ensino e de aprendizagem (MOREIRA, 1979; NOVAK, 1990). Elaboramos um mapa geral do conteúdo e mapas específicos sobre tópicos que consideramos relevantes para a aprendizagem significativa, conforme preconiza Ausubel (AUSUBEL, 1969).



Muito mais como um simples ingrediente cultural do que como elemento didático, elaboramos minibiografias dos personagens mencionados no texto didático. Embora estejamos cientes da importância da história como recurso didático no ensino das ciências (MATTHEWS, 1989, 1995), decidimos, nesta versão, não dar ênfase a essa questão nessa aplicação do produto. Trata-se de uma simples precaução metodológica, uma vez que já temos dois elementos inovadores no nosso produto: o jogo em si e a abordagem ausubeliana do material que o acompanha.

### ***Interface de jogo***

A interface do jogo nesta versão 1.0 é diferente daquela usada na versão beta. Além das categorias Graduação, Mestrado e Doutorado, da versão beta, acrescentamos a categoria de Pesquisador, que credencia o jogador para concorrer ao Prêmio Nobel. As questões na categoria Graduação referem-se exclusivamente a carga e campo elétrico. Na categoria Mestrado o assunto para as questões é potencial elétrico, enquanto na categoria Doutorado o tópico é corrente elétrica, circuitos elétricos e lei de Ohm. As questões dessas três categorias são extraídas do ENEM, com graus de dificuldade baixo ou intermediário. Na categoria Pesquisador as questões referem-se a todos os tópicos e são selecionadas entre questões difíceis do ENEM.

Ao clicar em jogar pela primeira vez, o sistema sorteia uma questão do teste de admissibilidade. Para ser admitido no jogo, o jogador precisa acertar três questões desse teste. Uma vez aprovado no teste de admissibilidade, ou seja, uma vez tendo acertado três questões, selecionadas aleatoriamente entre as fáceis das três primeiras categorias (graduação, mestrado e doutorado), o jogador ingressa no jogo na categoria Graduação. Ele tem que passar por mais duas categorias antes de se credenciar ao Prêmio Nobel (PN): Mestrado e Doutorado. Ele passa da Graduação para o Mestrado quando acertar, no mínimo, cinco questões dessa categoria. A regra é a mesma para passar do Mestrado para o Doutorado, e do Doutorado para a categoria de Pesquisador. Ele ganhará o PN se acertar, no mínimo, cinco questões da categoria Pesquisador. Ou seja, para ganhar o PN o jogador tem que acertar no mínimo 20 questões.

É interessante justificar a razão de ter um mínimo de questões para passar de fase e para ganhar o PN. Existem duas razões para isso: 1) colocar no jogo a imprevisibilidade do azar; 2) simular o que ocorre na vida de qualquer cientista.

Eventualmente ocorre de um cientista perder parte do seu trabalho, quando tenta publica-lo. Por exemplo, se ele tenta publicar um resultado que foi anteriormente obtido e publicado por outro, sem seu conhecimento, é grande a chance de o trabalho não ser aceito. Mesmo que o trabalho seja aceito, ele pode ficar em desvantagem na corrida pelo PN, porque a paternidade da sua descoberta é atribuída a outro cientista. Para simular essa situação colocamos um elemento de imprevisibilidade no algoritmo. Quando o jogador responde corretamente a última questão de cada nível (Graduação, Mestrado e Doutorado)<sup>11</sup>, o programa sorteia SORTE ou AZAR. Se der SORTE, ele passa para o nível seguinte ou ganha o PN, se estiver na categoria de Pesquisador. Se der AZAR, ele terá que responder nova questão, e só passará para o nível seguinte ou ganhará o PN, se acertar a última questão e tiver SORTE. Qualquer que seja o caso, sorte ou azar, o programa apresenta uma tela de congratulação ou uma explicação do infortúnio (DOS SANTOS; DE AQUINO, 2018, p.4).

De modo similar à versão beta, cada questão é acompanhada por uma tela de entrada e uma de saída. Na tela de entrada, o aluno toma conhecimento do assunto da questão. Se ele achar que ainda não domina o assunto, pode ir para a biblioteca ou para o laboratório virtual para revisar o assunto da questão. Se ele achar que está apto para responder à questão clica em ENTER, e o programa exibe a questão. Se o jogador errar a questão, o programa exibe a tela de saída, indicando o que causou o erro do jogador. Ao teclar ENTER na tela de saída, o programa encaminha o jogador para a parte da biblioteca ou do laboratório onde encontram-se os textos ou experimentos pertinentes ao tópico da questão. Essencialmente essa é a dinâmica do jogo. Vejamos agora como é a estrutura do ambiente de aprendizagem na versão 1.0.

### **Usando o jogo EBPN para ensinar eletricidade**

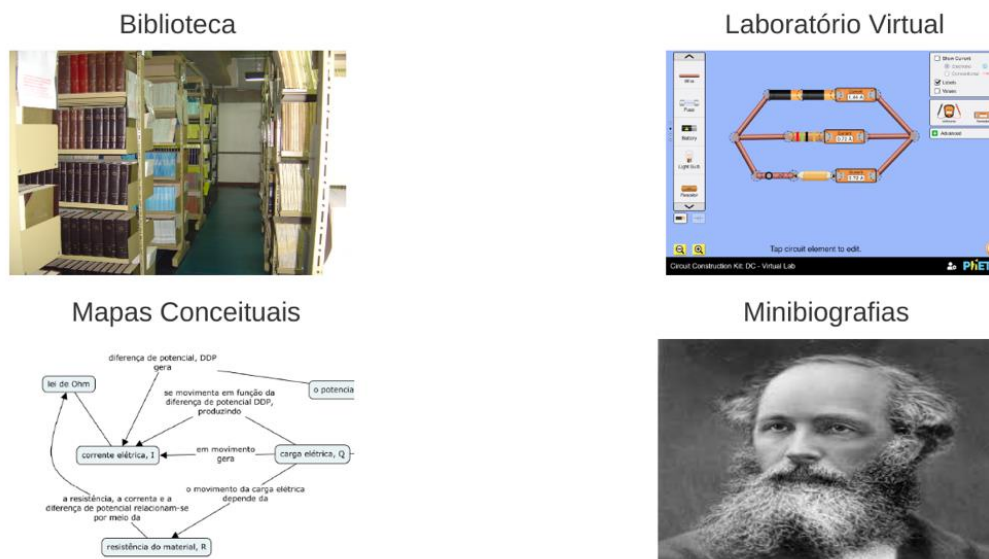
Como já foi dito, o ambiente de estudo consiste em uma biblioteca de textos ausubelianos, um laboratório virtual, um conjunto de mapas conceituas e um conjunto de minibiografias (Figura 4).

---

<sup>11</sup> No caso da versão atual, deve-se acrescentar o nível Pesquisador.

**Figura 4:** Ambiente de estudo da versão 1.0. As imagens do laboratório virtual e das minibiografias foram extraídas, respectivamente, do <https://phet.colorado.edu> e do [https://commons.wikimedia.org/wiki/Main\\_Page](https://commons.wikimedia.org/wiki/Main_Page). Acessos em 7.6.2023.

Bem-vindo ao nosso ambiente de aprendizagem!



Fonte: Os autores.

### Conteúdo da biblioteca

O material disponível na biblioteca é o mesmo material utilizado em sala de aula. Como se vê na Figura 5, além de textos similares àqueles disponíveis nos livros didáticos usados no ensino médio, a biblioteca contém quatro textos denominados Organizadores Prévios.

A título de ilustração, exibiremos na Figura 6 os dois primeiros parágrafos do organizador prévio sobre potencial elétrico. Ao longo do texto é mostrado que o potencial é um conceito que se aplica no caso gravitacional, no caso eletromagnético, e no caso nuclear. É dito também, de modo qualitativo e genérico, que a energia potencial é uma energia de configuração, e que a energia cinética é uma energia de atividade, ou de movimento. Da mesma forma genérica, o texto faz uma referência a uma concepção equivocada muito comum entre alunos do ensino médio, e mesmo entre calouros dos cursos de engenharia, segundo a qual é necessário ter uma corrente elétrica para ter um potencial em qualquer ponto de um fio condutor. Na verdade, não é a corrente elétrica que produz o potencial, ou a diferença de potencial. É o contrário. É a diferença de potencial que produz a corrente.

**Figura 5:** Menu da biblioteca da versão 1.0.


**Bem-vindo a nossa sala de estudos!**

Esta é a nossa Biblioteca

Este material é parte integrante do Jogo do Prêmio Nobel de Eletricidade  
Carlos Alberto dos Santos, Eliabe Maxsuel de Aquino, Geovani Ferreira Barbosa

Nesta biblioteca você encontrará todo o conteúdo necessário para ganhar o Prêmio Nobel. Clique no assunto que deseja estudar:

1. Organizador prévio geral
2. Organizador prévio 1: carga elétrica e campo elétrico
3. Capítulo 1: carga elétrica
4. Organizador prévio 2: potencial elétrico
5. Capítulo 2: campo, potencial, força e energia elétrica
6. Organizador prévio 3: corrente elétrica, circuitos resistivos e lei de Ohm
7. Capítulo 3: eletrodinâmica
8. Capítulo 4: circuitos elétricos



[Voltar ao menu inicial do jogo](#)

Fonte: Os autores.

**Figura 6:** Primeiros parágrafos do organizador prévio sobre potencial elétrico.

## Organizador Prévio 2

### Potencial Elétrico

Depois da carga elétrica e do campo elétrico, o conceito mais importante da eletricidade é o de potencial elétrico. É tão importante quanto conceitualmente difícil de entender. Os livros didáticos geralmente o apresentam a partir de relações matemáticas com a carga elétrica e com a energia elétrica. Talvez a falta de uma abordagem qualitativa justifique os inúmeros equívocos apresentados por alunos de todos os níveis, do ensino médio aos cursos de engenharia. Nesse texto introdutório, que denominamos de organizador prévio, vamos tratar o conceito de potencial elétrico a partir de uma abordagem qualitativa antes de introduzir sua conexão formal com a carga e a energia elétrica.

Na linguagem coloquial, o termo potencial é frequentemente usado para se referir à capacidade que uma pessoa tem para realizar algo, para atingir determinada meta. Sobre um bom aluno no colégio diz-se que tem potencial para ter sucesso na vida profissional. Podemos dizer que essa capacidade de realizar algo na linguagem cotidiana, tem a ver com a ideia da energia potencial como a capacidade de realizar trabalho.

Fonte: Os autores.

Este organizador prévio sugere que concepção de que carga e campo elétrico são os conceitos fundamentais no eletromagnetismo<sup>12</sup>. Todos os fenômenos

<sup>12</sup> Os alunos são alertados de que o que se denomina eletricidade nos livros didáticos, é apenas uma parte do eletromagnetismo.

eletromagnéticos advêm da existência da carga elétrica. De fato, no Organizador Prévio 1 essa importância da carga elétrica é apresentada em um contexto mais geral, conforme sugere Ausubel (AUSUBEL, 1960). É dito, por exemplo, que a carga, ou a transmissão de sinais elétricos, tem a ver com a ação cerebral e com a existência dos peixes elétricos. Em suma, para ilustrar a natureza ausubeliana do material didático apresentamos aqui um parágrafo do Organizador Prévio 1:

Resumindo tudo isso, podemos dizer que não importa onde ocorra o fenômeno elétrico, ele sempre tem sua origem na existência de cargas elétricas. Isso é assim nos dispositivos eletrônicos, nos equipamentos médicos ou nos fenômenos biológicos em seres vivos. Essencialmente, a carga elétrica existente na natureza vem dos elétrons e dos prótons, componentes básicos dos átomos. Note bem, dissemos essencialmente porque na prática é assim, mas na verdade a carga elétrica na natureza também é conduzida por outras partículas elementares. No entanto, essa discussão está além do que vamos estudar nessa disciplina. É certo dizer que tudo que tem a ver com eletricidade termina chegando aos elétrons e prótons. Os elétrons possuem carga negativa e os prótons possuem carga positiva. Essas cargas têm sinais diferentes, mas o valor é o mesmo. Ao longo do curso você vai saber qual é o valor da carga do elétron e do próton.

Finalmente, a Figura 7 ilustra a abordagem ausubeliana do capítulo 1.

**Figura 7:** Parágrafos iniciais do capítulo 1.

## Capítulo 1 Carga Elétrica

Você viu nos Organizadores Prévios, que os dois conceitos mais importantes da eletricidade são a carga elétrica e o campo elétrico. A carga elétrica gera um campo e a partir daí seguem-se todos os fenômenos da eletricidade. Vamos tratar neste capítulo especificamente da carga elétrica. De onde ela surge e como os corpos podem ser eletricamente carregados.

De acordo com os conhecimentos da física contemporânea, a carga elétrica na natureza é transportada por diferentes tipos de partículas elementares, sendo, nesse contexto, o elétron a principal delas. Embora muito importantes para a física das partículas elementares, os léptons e os quarks não precisam ser considerados em uma abordagem elementar da eletricidade. Ou seja, vamos nos concentrar aqui tão somente no elétron e no próton, que não é uma partícula elementar, mas é constituída de quarks que lhe conferem uma carga elétrica igual em valor e oposta em sinal à carga do elétron.

Se elétrons e prótons são os principais portadores de carga elétrica na natureza, onde eles se encontram?



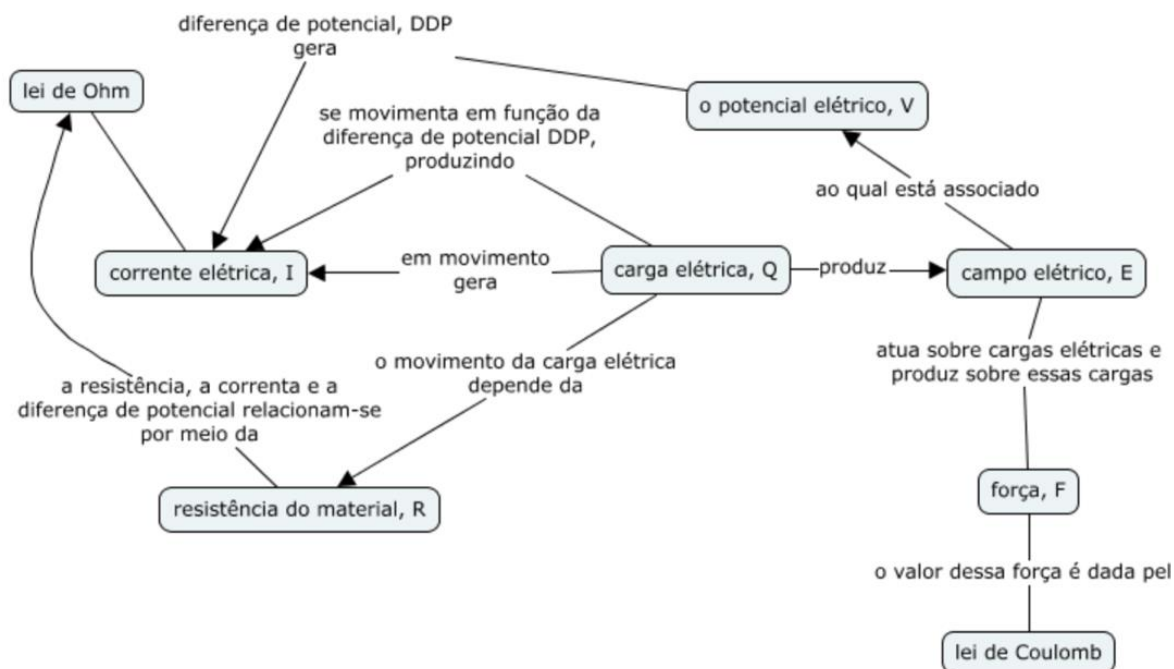
Sabemos hoje que essas partículas, juntamente com os nêutrons são os componentes básicos do átomo. Embora a humanidade tenha mais de 130 mil anos de existência, desde o surgimento do homo sapiens, ou mais de 5 mil anos desde os egípcios, ou mais de 4 mil anos desde os gregos, essa ideia de que o átomo é constituído de prótons, nêutrons e elétrons só foi consolidada entre 1897 e 1932.

Fonte: Os autores.

## Mapas conceituais

Além da importância pedagógica do uso de mapas conceituais, suportada em pesquisas empíricas (MOREIRA, 1979; NOVAK, 1990), temos observado, na aplicação que fizemos do EBPN em atomística (DINIZ, 2018; DINIZ; DOS SANTOS, 2019) e nos ensaios preliminares com eletricidade, que os alunos são fortemente atraídos por esses mapas. Elaboramos os mapas seguindo um roteiro ausubeliano. Ou seja, inicialmente apresentamos um mapa geral, com conceitos e fenômenos de toda a matéria, como ilustra a Figura 8, e ao longo do curso e do jogo, são apresentados os mapas específicos, para: lei de Coulomb; potencial e diferença de potencial; lei de Ohm; circuitos elétricos.

**Figura 8:** Mapa conceitual geral, sobre eletricidade.



Fonte: Os autores.

## Minibiografias

Como já foi dito, apresentamos minibiografias das personalidades citadas no texto usado em sala de aula e no jogo, apenas como um elemento cultural, e não como elemento do jogo em si. Na Figura 9 apresentamos o painel das minibiografias, e na Figura 10 um exemplo de minibiografia.

**Figura 9:** Pannel de minibiografias. Todas as imagens são de domínio público e foram extraídas do portal <https://commons.wikimedia.org/>.



Fonte: Os autores.

**Figura 10:** Minibiografia de Michael Faraday.

## Michael Faraday

Michael Faraday nasceu em 1791, em [Newington](#), Inglaterra. Em 1833 assumiu o posto de professor de química na [Royal Institution](#).

Na década de 1820 desenvolve seus estudos sobre a eletrólise, e na década seguinte elabora a lei da indução eletromagnética, também conhecida como Lei de Faraday. Esta é uma importante lei, que faz parte do conjunto de equações conhecidas como Equações de Maxwell.

É também na década de 1830 que ele desenvolve seus estudos sobre descargas elétricas em gases rarefeitos. Com um aparato experimental similar àquele usado por Faraday, [Röntgen](#) descobriu, em 1895, os raios-X.

Faleceu em Londres, no ano de 1867.

### Bibliografia

- A Dictionary of Scientists. Oxford: Oxford University Press, 1999.
- BASSALO, J.M.F. Crônicas da Física, Tomo 1-6. Belém: Editora Universitária UFPA, 1987-2001.
- GAMOW, G. The Great Physicists from Galileo to Einstein. New York: Dover, 1961.
- [Site da Royal Institution, Inglaterra](#), acessado em 3/10/2003.
- THOMAS, J.M. Michael Faraday and the Royal Institution. The Genius of Man and Place. Bristol, Adam [Hilger](#), 1991.

Fonte: Os autores.

## Resultados e Discussão

O jogo *Em Busca do Prêmio Nobel* (EBPN) tem as seguintes características: é do tipo tutorial, com elementos similares ao RPG (WECHSELBERGER, 2009); é

multiplataforma, pois roda em computadores de mesa e em dispositivos móveis; é multitemático, uma vez que sua estrutura básica pode ser utilizada em diferentes áreas.

Achamos conveniente ressaltar, mais uma vez, essa característica multitemática do algoritmo. Como foi dito no início deste trabalho, o jogo tem três interfaces: administração, aprendizagem e jogo, sendo essas duas últimas dependentes do tema do jogo. Na versão atual, o ambiente de aprendizagem consiste em quatro módulos: biblioteca, mapas conceituais, laboratório virtual, minibiografias. Na versão beta não havia o laboratório virtual. Ou seja, nesse momento temos uma estrutura sem laboratório (atomística), e outra com laboratório (eletrodinâmica). Se um professor-usuário-administrador desejar seguir uma ou outra estrutura com um tema de sua preferência, deverá tão somente alimentar os módulos mencionados acima, ou seja:

1. cadastrar questões (indicando a alternativa correta e a área da biblioteca onde se encontra o assunto da questão);
2. adicionar textos à biblioteca, quer seja no formato hipertextual, ou pdf simples;
3. adicionar mapas conceituais ao banco de mapas conceituais;
4. adicionar minibiografias ao banco de minibiografias;
5. e, no caso da versão atual, adicionar simulações ao laboratório virtual.

Após a aplicação da versão beta, com o tema atomística (DINIZ; DOS SANTOS, 2019), entrevistamos os cinco alunos que participaram do projeto até o final. Quando questionados sobre o que mais agradou no jogo, todos mencionaram a dinâmica, que levava à biblioteca quando o jogador errava a questão. Os hipertextos disponíveis na biblioteca também agradaram a todos.

Um dos alunos foi tão enfático e detalhista em suas considerações, que achamos instrutivo reproduzir parte da sua entrevista (DINIZ; DOS SANTOS, 2019):

Entrevistador: O jogo melhorou seu conhecimento a respeito dos conteúdos que você já conhecia? Pode fazer um relato a esse respeito?

Aluno: Melhorou bastante, eu sempre confundia isótopos, isótonos e isóbaros. E também melhorou meu conhecimento na parte da tabela periódica. Eu nem sabia dos números atômicos. Teve uma pergunta sobre a propriedade atômica mais importante do átomo. Eu coloquei peso atômico. Agora eu sei que é o número atômico ou o número de prótons. Eu não sabia o que era eletronegatividade, eletropositividade,



afinidade eletrônica, energia de ionização. Aprendi muitas coisas nesse jogo. Jogaria mais vezes até aprender tudo. Esse jogo realmente é muito massa, gostei bastante.

Entrevistador: Tem algo no jogo que não lhe agradou?

Aluno: Só uma coisinha besta, mas dá para melhorar. Deveria ter uma punição para quem errasse um certo número de vezes as questões de um certo nível. Por exemplo, se errasse três ou quatro vezes as questões de um certo nível, voltaria para um nível anterior.

Entrevistador: O que mais lhe agradou no jogo?

Aluno: O jogo é muito legal. A forma como ele foi feito é perfeita. Só seria melhor se tivesse a punição que já falei. O resto está perfeito. É muito massa que antes de lançar a pergunta ele diz o conteúdo. Isso é muito massa mesmo. Gostei também que quando você não sabe a pergunta e vai estudar, logo depois, quando você volta a pergunta é diferente, isso é muito massa. Se você continua sem entender, volta e estuda mais. Muito massa. Também gostei muito da biblioteca. Teve uma pergunta do modelo atômico que respondi só olhando para o gif animada no texto sobre a ideia de Bohr. A biblioteca foi muito bem feita. Outra coisa que não gostei muito, foi a repetição das perguntas. Teve pergunta que se repetiu umas quatro vezes. Eu sei que é difícil criar perguntas ou arranjar muitas perguntas, mas é chato avançar de nível com facilidade por causa da repetição das perguntas. Perde um pouco a graça do jogo, fica menos competitivo.

Entrevistador: Já sabíamos desse problema, mas a questão é que tínhamos um prazo para rodar o jogo. Já estamos trabalhando nisso. Teremos talvez que triplicar o número de questões.

Aluno: A estrutura sabe, é muito massa e muitos conteúdos e a forma como é explicado, gostei muito. O jogo é muito criativo e se aprende muita coisa.

*Comentário: a essa altura o aluno faz uma sugestão muito interessante:*

Aluno: Tem mais uma coisa, não sei se é possível, mas seria muito melhor, se caso você terminasse o jogo, tivesse mais conteúdos, outros temas. Não sei se é possível, mas seria muito massa. Gostei também do teste logo no começo, bem pensado. Gostei também daqueles gráficos eu acho, esqueci o nome, diagrama não sei, é muito bom. Tem coisas que não tem no conteúdo e é bom você estudar pra saber de tudo.

Entrevistador: mapas conceituais.

A versão atual só foi testada preliminarmente, de modo informal. Sua aplicação em situação real de sala de aula se dará no segundo semestre de 2023. De qualquer modo, consideramos importante apresentar alguns comentários dos alunos após a aplicação:

Muito bom para aprimorar o conhecimento; Consegui aprender mais rapidamente do que em aulas normais; é uma ferramenta muito boa para estudar e ajuda a entender algumas coisas com mais facilidade por causa dos simuladores; a biblioteca poderia ter mais conteúdo; pequenas vídeo-aulas para os alunos que têm preguiça de ler; o jogo deveria ser aplicado em outros assuntos; o jogo às vezes trava

no celular; o que mais gostei no jogo foi a forma de facilitar o estudo, a possibilidade de estudar aonde eu estiver e quando eu puder;

### **Considerações finais**

Como é bem sabido, a competição é um elemento importante em qualquer tipo de jogo, e os jogos digitais não fogem à regra (HUIZENGA, 2017). O EBPN tem esse elemento, e pode ser usado com diferentes dinâmicas em sala de aula. Por exemplo, pode-se fazer a competição para saber quem será o primeiro aluno a concluir cada um dos estágios: graduação, mestrado, doutorado, e finalmente quem será o primeiro a ganhar o PN. Para estimular essa competição, o professor pode organizar seminários com os ganhadores. O primeiro a concluir a graduação (mestrado, doutorado ou ganhar o PN) receberá a honra de apresentar um seminário para a turma, para dar dicas de como resolver algumas das questões mais difíceis. Esse é um momento interessante de socialização do conhecimento. Nessa versão não tivemos tempo de levar em consideração as interessantes sugestões de um dos alunos da versão beta (DINIZ; DOS SANTOS, 2019):

1. Deveria ter uma punição para quem errasse um certo número de vezes as questões de um certo nível. Por exemplo, se errasse três ou quatro vezes as questões de um certo nível, voltaria para um nível anterior.
2. Seria muito melhor, se caso você terminasse o jogo, tivesse mais conteúdos, outros temas.

Para concluir, informamos que estamos iniciando a orientação de um mestrado no MNPEF-UFERSA, cujo objetivo é usar o EBPN para o ensino de acústica. Pretendemos nessa oportunidade levar em conta as sugestões acima.

### **Referências**

AGUILERA, E.; DE ROOCK, R. **Digital Game-Based Learning: Foundations, Applications, and Critical Issues**. Disponível em: <<https://oxfordre.com/education/view/10.1093/acrefore/9780190264093.001.0001/acrefore-9780190264093-e-1438>>. Acesso em: 27 maio. 2023.

AUSUBEL, D. P. The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. **Journal of Educational Psychology**, v. 51, n. 5, p. 267–272, 1960.

AUSUBEL, D. P. Cognitive structure and the facilitation of meaningful verbal learning. **Journal of Teacher Education**, v. 14, n. 2, p. 217–222, 1963.

AUSUBEL, D. P. An Evaluation of the Conceptual Schemes Approach to Science Curriculum Development. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 3, p. 255–264, 1965.

AUSUBEL, D. P. A cognitive theory of school learning. **Psychology in the Schools**, 1969.

BRUCKMAN, A. Can educational be fun? In: Game Developers Conference., San Francisco, USA. **Anais...** San Francisco, USA: 1999. Disponível em: <<http://www.cc.gatech.edu/~asb/papers/bruckman-gdc99.pdf>>.

BRUNER, J. S. **O processo da educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1978.

DINIZ, F. S. V. **Uso do jogo digital “Em busca do prêmio Nobel” para abordar tópicos de atomística**. 2018. Universidade Federal Rural do Semiárido, 2018.

DINIZ, F. V. S.; DOS SANTOS, C. A. Ensinando atomística com o jogo digital “Em busca do Prêmio Nobel”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 3, p. e20180268, 2019.

DOS SANTOS, C. A. **Eletricidade e Magnetismo**. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/mod00/>>. Acesso em: 1 jun. 2023.

DOS SANTOS, C. A.; DE AQUINO, E. M. Em busca do Prêmio Nobel – Versão beta. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, p. e3501-5, 2018.

HUIZENGA, J. C. **Digital game-based learning in secondary education**. 2017. University of Amsterdam, 2017. Disponível em: <<https://dare.uva.nl/search?identifier=c2bf59b2-82f0-4791-ae50-981865e955aa>>.

MATTHEWS, M. R. A Role for History and Philosophy in Science Teaching. **Interchange**, v. 20, n. 2, p. 3–15, 1989.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164–214, 1995.

MISHRA, P.; FOSTER, A. The Claims of Games: A Comprehensive Review and Directions for Future Research. (R. Carlsen et al., Eds.) In: Proceedings of SITE 2007--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, San Antonio, USA. **Anais...** San Antonio, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2007.

MOREIRA, M. A. Concept Maps as Tools for Teaching. **Journal of College Science Teaching**, v. 8, n. 5, p. 283–286, 1979.

NASIR, N. S. et al. Rethinking Learning: What the Interdisciplinary Science Tells Us. **Educational Researcher**, v. 50, n. 8, 2021.

NOVAK, J. D. Concept mapping: A useful tool for science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n. 10, p. 937–949, 1990.

SAPRUDIN, S. et al. The Effectiveness of Using Digital Game towards Students' Academic Achievement in Small and Large Classes: A Comparative Research. **International Journal of Learning, Teaching and Educational Research**, v. 18, n. 12, p. 196–210, 2019.

SFARD, A. On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One. **Educational Researcher**, v. 27, n. 2, p. 4–13, 1998.

WAGNER, G. Educational Games and the School Program. **Teaching Aids News**, v. 4, n. 5, p. 11–15, 1964.

WECHSELBERGER, U. Teaching me softly: Experiences and reflections on informal educational Game Design. In: Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), **Anais...**2009.