

**Gamificação para o ensino de engenharia no contexto da indústria 4.0:
metodologia estratégica para a motivação dos estudantes**

**Gamification for engineering education in the context of industry 4.0: strategic
methodology for student motivation**

**Gamificación para la educación en ingeniería en el contexto de la industria 4.0:
metodología estratégica para la motivación de los estudiantes**

Recebido: 03/02/2021 | Revisado: 12/02/2021 | Aceito: 13/02/2021 | Publicado: 05/03/2021

Ricardo Luiz Perez Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2641-4036>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: ricardo.luiz@unifei.edu.br

Priscilla Chantal Duarte Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5148-2423>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: priscillachantal@unifei.edu.br

Max Leandro de Araújo Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2827-9886>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: maxlabrito@gmail.com

Resumo

O objetivo deste estudo é propor a gamificação como ferramenta didática para o ensino da indústria 4.0, buscando fomentar a motivação e a satisfação discente durante o aprendizado. A proposta de gamificação tem a intenção de melhorar o desempenho discente pela ferramenta didática de jogos no ensino de engenharia, seja pela motivação discente fomentada no aprendizado pela gamificação dos conteúdos e atividades, seja pelo desempenho acadêmico resultante da consolidação do conhecimento nos jogos didáticos. A avaliação do processo de ensino e aprendizagem é proposta na forma de

survey, do qual se pode obter o feedback discente acerca da sua motivação e satisfação do conteúdo e da forma de abordagem. A coleta prévia dos dados foi realizada por instrumento gamificado virtual em uma turma de graduação do em Engenharia em uma Universidade Federal brasileira. A análise prévia dos dados apresentou uma experiência discente positiva com o instrumento gamificado. Esse resultado indica que a Gamificação pode ser uma importante ferramenta docente para o aprendizado discente no conteúdo proposto.

Palavras-chave: Quarta Revolução Industrial; Gamificação; Teoria do Flow.

Abstract

The objective of this study is to propose a gamification practice as a didactic strategy for teaching about industry 4.0, seeking to emphasize student motivation and satisfaction during learning. The gamification proposal is intended to improve student performance through the didactic tool of games in engineering education, either by the student motivation fostered in learning by the proposal of gamification of contents and activities or by the academic performance resulting from the consolidation of knowledge in didactic games. The evaluation of the teaching and learning process is proposed in the form of survey, from which students can obtain feedback about their motivation and satisfaction with the content and approach. The previous data collection was performed by a virtual gamified instrument in an undergraduate class in engineering at a Brazilian federal university. The previous analysis of the data showed a successful student experience of academic performance with the gamified instrument.

Keywords: Fourth Industrial Revolution; Gamification; Flow Theory.

Resumen

El objetivo se presenta una propuesta de gamificación como una herramienta didáctica para la enseñanza de la industria 4.0, que busca fomentar la motivación y la satisfacción de los estudiantes durante el aprendizaje. La propuesta de gamificación está destinada a mejorar el rendimiento del alumno a través de la herramienta didáctica de los juegos en la educación en ingeniería, ya sea por la motivación del alumno fomentada en el aprendizaje por la propuesta de gamificación de contenidos y actividades o por el rendimiento académico resultante de la consolidación del conocimiento en los juegos

didáticos. La evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje se propone en forma de survey, a partir de la cual se puede obtener retroalimentación de los estudiantes sobre su motivación y satisfacción del contenido y también el enfoque. Este resultado anterior indica que Gamification puede ser una herramienta de enseñanza importante para el aprendizaje de los estudiantes en el contenido propuesto.

Palabras clave: Cuarta Revolución Industrial; Gamificación; Satisfacción.

Introdução

A educação tem buscado formas de motivar os estudantes. Um dos principais problemas da educação moderna diz respeito à falta de engajamento e motivação por parte dos alunos em participar de forma ativa nas atividades acadêmicas (Kiryakova, Angelova, Yordanova, 2014). Para tanto, a aplicação de games tem sido uma estratégia de trazer elementos do mundo virtual para o real. Dessa forma, a gamificação pode ser entendida como uma metodologia motivacional, em que se cria um sistema de competição por meio das tarefas escolares com alguma espécie de recompensa. O termo gamificação é conhecido como um mecanismo de uso de jogos, estrutura e estratégia de jogos para engajar pessoas, motivando-as para a ação, promovendo o aprendizado e a resolução de problemas (Kapp, 2012). “O termo é usado para descrever os recursos de um sistema interativo que visa motivar e envolver os usuários finais através do uso de elementos e mecânicas do jogo” (Seaborn & Fels, 2015, p. 14).

Trata-se da utilização das abordagens, elementos e pensamento de jogos em um contexto diferente. Em outros termos, é aplicar a estratégia de jogos/games em outros contextos, aproveitando as técnicas para tornar a atividade mais lúdica. Isso implica na utilização das ideias e nas formas de pensar inerentes aos jogos/ games. Os jogos estão enraizados na cultura humana e continuam influenciando a vida social e o lazer (Seaborn & Fels, 2015). Dessa forma, eles desempenham um papel importante na condição lúdica do ser humano.

Segundo Lee e Hammer (2011), a gamificação pode ser capaz de motivar os alunos a aprender melhor, de modo que eles passem a se interessar mais pela aprendizagem. Assim, a gamificação se traduz na tentativa de trazer para o âmbito escolar o mesmo engajamento que se tem para os *games* (McGonigal, 2011), o que

implica em tornar o mecanismo da aprendizagem mais motivador, prazeroso e lúdico. Para Lee e Hammer (2011), compreender o papel da gamificação na educação significa entender de que forma e em quais circunstâncias essa metodologia pode impulsionar os estudos. A gamificação tem despertado a atenção de acadêmicos, praticantes e profissionais de negócios em diversos setores tais como: educação, estudos da informação, interação humano-computador e saúde (Seaborn & Fels, 2015).

A gamificação, conforme apontam Gomes e Da Silva (2018), pode auxiliar a alcançar os objetivos de ensino e de aprendizagem de um determinado conteúdo ou aprimorar habilidades, tais como as matemáticas, por exemplo. Outro aspecto importante é a capacidade que a gamificação proporciona, pois tem como característica a busca de envolver jogadores motivando-os a ação, a solucionar problemas e, no caso a que este trabalho se propõe, a promover a aprendizagem efetiva (Mello, Gusmão, Feliciano, & Santos, 2019). O seu objetivo consiste em: regras, no tempo de realização, no mecanismo de conduzir ao conflito cognitivo, à cooperação, aos *feedbacks*, a elevar níveis de dificuldade e profundidade de conteúdo. Tudo isso pode ser entendido, segundo os autores, por meio das dialéticas de ação, de formulação e de validação da Teoria das Situações Didáticas (Ramos & Junior, 2019). De acordo com os autores, a distribuição de pontos nas atividades por ranqueamento, aliada à existência de *feedback* e o encorajamento para a colaboração em atividades a cada etapa podem potencializar a aprendizagem. O objetivo deste estudo é verificar de que forma a gamificação pode ser aplicada como ferramenta didática para motivar o processo de ensino da indústria 4.0 nas escolas de engenharia.

Proposta de gamificação

A terminologia gamificação (do original inglês: *gamification*) tem na literatura, no contexto educacional, a significação de aplicação de elementos tais como: estética, mecânica e dinâmica para influenciar, engajar e motivar os discentes ao aprendizado (Borges *et al.*, 2013). Os mecanismos gamificados que são úteis para se engajar os discentes (Bissolotti, Nogueira, & Pereira, 2014) são: (i) **Feedback** constante: O *feedback* constante sobre as atividades realizadas pelo discente é importante para dar a noção de progresso sobre o que ele está fazendo e, principalmente, para dar uma

orientação sobre o próximo passo. É uma característica essencial no processo de aprendizagem e que algumas vezes não é muito bem atendida, pois quando o discente realiza algum exercício sozinho, ele não sabe como está seu progresso ou se está no caminho certo; **(ii) Desafios:** Nos jogos eletrônicos (*games*), geralmente os desafios estão associados a um propósito, como derrotar um inimigo ou salvar o mundo. Na educação tradicional não acontece da mesma forma. Os discentes apenas veem os desafios, mas tem dificuldade em identificar um real motivo para superá-los. Nesse caso, pode-se dizer que a gamificação, para um contexto educacional de ensino eletrônico (*e-learning*), tem apenas o propósito de facilitar a aprendizagem, no prazer que o próprio *game* proporciona, não no intuito de vencer para derrotar um inimigo. A vitória centra-se mais em completar as tarefas ou desafios. Kiryakova, Angelova, Yordanova (2014) lembram que na educação existe um objetivo de aprendizagem. Esse é o maior propósito que deve ser alcançado pela realização das atividades e interação com os conteúdos educacionais.

Por isso, é importante compreender as atividades acadêmicas com algo do "mundo real", que os discentes já conheçam, e assim, os desafios irão estimular os discentes a tomarem uma ação e superar os obstáculos. Estabelecer desafios traz ótimos resultados, pois a gamificação pode diminuir o medo do fracasso, o que aumenta as chances de a pessoa agir e obter sucesso; **(iii) Competição:** Não é preciso estimular a competição apenas de forma direta, elegendo apenas um vencedor a cada atividade. O simples fato de parabenizar as melhores notas da turma em uma prova ou numa atividade diária, por exemplo, já promove certo nível de competição de uma maneira sadia, permitindo a compreensão de que a "vitória" é apresentada e reconhecida. Nesse caso da prova, vencer está associado a atingir o ápice, à totalidade. **(iv) Recompensas:** A recompensa é uma das características mais importantes do processo. Recompensas funcionam como espécie de *feedback* (resposta determinada e específica) para que o usuário saiba que está fazendo a coisa certa, e que se possa estimular os discentes para as próximas atividades. As recompensas podem vir em vários formatos, tais como: pontos, medalhas, objetos colecionáveis ou reconhecimento.

Pela Figura 1, segundo Da Silva *et al.* (2014), ao se iniciar as aulas, o desafio acontece de acordo com a habilidade (A1). Nesse momento inicial, provavelmente, o sujeito está em estado de *Flow*, envolvido espontânea e produtivamente na atividade

(Csikszentmihalyi, 1990), porém isso logo se transforma em tédio (A2), pois suas habilidades já aumentaram e não correspondem mais ao desafio inicial. Mas assim que um novo desafio é proposto, seu sentimento passa a ser de ansiedade (A3), visto que agora pretende superar seu novo desafio e atingir novamente seu estado de *Flow* (A4)”. Segundo o autor, o discente pode atingir o estado de satisfação *Flow* no momento A1 e A4. Porém, o nível de habilidade obtido em cada momento é diferente, pois ao se atingir o nível A4, já se alcançou o desafio proposto. Dessa forma, segundo os autores, a motivação se torna o estímulo emocional que o faz manter-se no seu estado de *Flow* conforme Csikszentmihalyi (1990), sempre buscando aumentar o nível de complexidade. Este desenvolvimento emocional ou gama de emoções que o discente pode sentir até atingir seu estado de *Flow* pode ser visualizado na Figura 1.

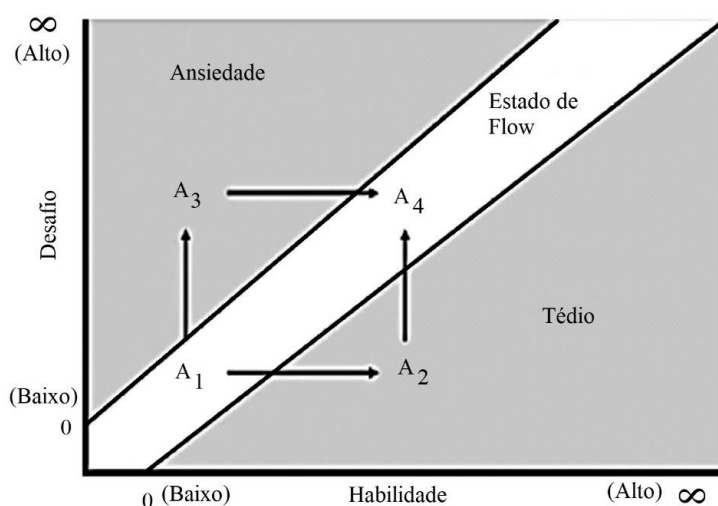


Figura 1. Representação das principais sensações do indivíduo na realização de uma atividade até que se possa atingir o estado de *Flow*.

Fonte: Recuperado de “Flow: The psychology of optimal experience”, de Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow: The psychology of optimal experience. New York, NY: Harper Collins.

Segundo Bissolotti, Nogueira, & Pereira (2014), alguns alunos, acostumados com mais estímulo no dia a dia, acabam ficando entediados com o ambiente virtual de aprendizagem. Nesses casos, os mecanismos da gamificação podem ser úteis, de acordo com os autores, para ajudar na hora de engajar os alunos. Tais mecanismos no

engajamento a determinado processo de aprendizagem despertam emoções positivas de satisfação, explorando aptidões pessoais ou atrelando recompensas virtuais ou físicas ao cumprimento de tarefas. De forma contrária, segundo Alves, Minho e Diniz (2014), a gamificação, os jogos digitais ou quaisquer outros aparatos tecnológicos não podem se constituir em panaceias para mudar o sistema de ensino tornando-o mais prazeroso e efetivo. Essa mudança passa por questões que vão desde infraestrutura mínima nas escolas, melhores salários para os docentes, a processos de formação permanente que possibilite aos professores construírem práticas inovativas, dinâmicas e atentas ao desejo dos alunos e professores, sujeitos que constroem cotidianamente as práticas pedagógicas.

Em conjunto, segundo Bordinhão, Golfetto, Baldessar, & Spanhol (2014), Gamificação e *Flow*, tem-se a estimulação (motivação e satisfação) e o engajamento (comportamento de confiança) do discente à aprendizagem e ao seu crescimento cognitivo possibilitando, assim, à utilização de ferramentas educacionais diversas, segundo aos autores. Estes estímulos fomentados aos discentes e por eles vivenciados conduzem à proposição de novas perspectivas internas e externas. Estas novas perspectivas e visão estimulam à criatividade, ao pensamento autónomo, propiciando, assim, ao seu bem estar (que seria o *Flow* alcançado). A realização de atividades que produzem a sensação de prazer e de descoberta, conforme Figura 2:

Pela Figura 2, tem-se a representação de algumas emoções desenvolvidas ao passo crescente dos desafios e das habilidades propostos. O ponto médio identifica quando o discente atinge o *Flow*. Esse momento acontece quando seus desafios e habilidades forem acima da média. Segundo Bordinhão *et al.* (2014), para atingir o *Flow* representado na Figura 2, o discente vivencia algumas emoções de acordo com o desafio e a habilidade. A região de excitação discente, na Figura 2, é muito importante. Afinal, segundo da Bordinhão *et al.* (2014), para se atingir o *Flow*, o discente precisa aprender para então cumprir uma tarefa. Em outros termos, ele deverá melhorar as habilidades obtidas para a realização do desafio proposto. É nesse processo, portanto, que ocorre o aprendizado.

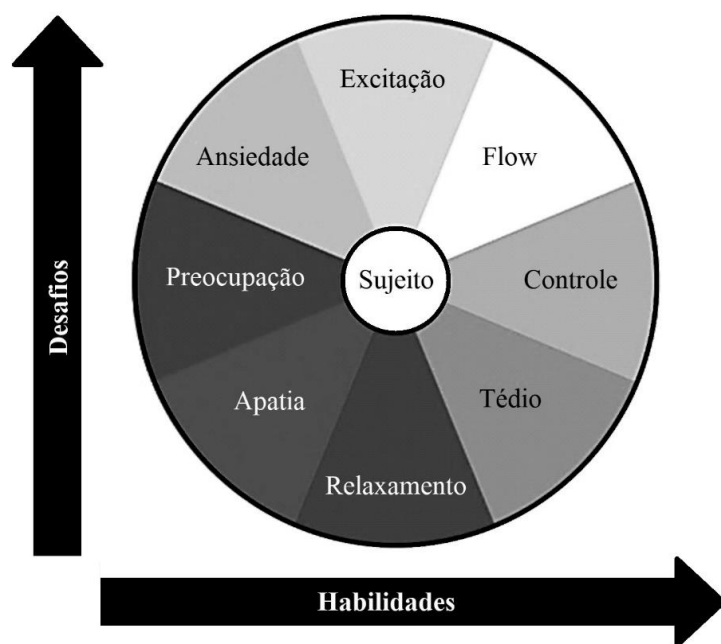


Figura 2. Diagrama com a gama de emoções do indivíduo na realização de uma atividade até o *Flow*.

Fonte: Recuperado de “Seção 2, *Gamification* e Teoria do *Flow*”, de Bordinhão, Golfetto, Baldessar & Spanhol (2014).

Há uma gama de emoções que o sujeito pode experimentar ao realizar uma atividade até se atingir um estado de *Flow*, conforme mostra o diagrama da Figura 2. No diagrama, tem-se que quando há equivalência na relação desafio x habilidade o *Flow* será alcançado pelo sujeito. Contudo, quando a tarefa é desafiadora e as habilidades são insuficientes para enfrentar o desafio proposto surge a emoção da ansiedade. De outro modo, quando a tarefa é pouco desafiadora e as habilidades são suficientes para o desafio proposto surge o tédio para o sujeito. Portanto, o sujeito, até se alcançar o *Flow* segundo Bordinhão, Golfetto, Baldessar & Spanhol (2014), pode vivenciar diversas emoções de acordo com o desafio e a sua habilidade, sendo elas: a Apatia, o desafio proposto é considerado fácil para o sujeito, exigindo assim pouca habilidade; a Preocupação, um desafio mediano, porém a habilidade é insuficiente para se atingir o *Flow*; a Ansiedade, no desafio difícil e uma habilidade insuficiente; a Excitação, quando o desafio é difícil e a habilidade mediana; o *Flow*, quando o desafio é difícil e se tem habilidade suficiente para se realizar a atividade e, assim, se atingir o objetivo proposto

por ela; o Controle, quando a atividade apresenta um desafio moderado e há habilidade suficiente para realizar a atividade; o Tédio, quando o desafio proposto é fácil e as habilidades são suficientes para a realização da atividade; o Relaxamento, quando a atividade apresenta um desafio fácil e a habilidade no sujeito é mediana.

Isso posto, associando-se a gamificação ao *Flow*, pode-se dizer que o estado *Flow* é atingido quando se alcança os objetivos propostos na gamificação. Segundo Bordinhão *et al.* (2014), para atingir o *Flow* é preciso provocar maior foco e concentração, estimular a sensação de êxtase, permitir clareza e dar *feedback*, incitar o uso de suas habilidades, propiciar crescimento, provocar perda da sensação do tempo e gerar motivação intrínseca. Nesse contexto, o *Flow* relaciona-se à sensação de dever cumprido, tendo-se a percepção de todo o processo. Nesse sentido, vale investigar ainda quais seriam as propriedades da gamificação que podem atuar como fatores estimulantes e quais paralelos podem ser traçados entre as duas teorias.

A Tabela 1 apresenta algumas correlações entre a satisfação (*Flow*) e as propriedades de gamificação que podem indicar o caminho a ser respondido na preposição dessas teorias ao aprendizado discente.

Tabela 1 - Conceitos da Gamificação que contribuem para atingir as características do Flow

Características do Flow	Propriedades da Gamificação
Foco / Concentração	Antecipação, comunidade, curiosidade, curva de engajamento, desafios, deslumbramento, diversão, justiça, metas e oportunidade.
Êxtase	Antecipação, conquistas, deslumbramento, diversão, globalidade, interações sociais, justiça, risco, surpresa e tranquilidade (zen).
Clareza/ <i>Feedback</i>	Antecipação, controle, dados, escolhas, <i>feedback</i> , história, metas e tempo.
Habilidades	Campanha, desafios, equilíbrio, escolhas,

	habilidade, justiça e metas.
Crescimento	Competição, curva de aumento de nível, curva de engajamento, imaginação, influência, progressão e recompensas.
Perda da sensação de tempo	Curva de engajamento, diversão, deslumbramento, equilíbrio, experiência do usuário, globalidade, história, interações sociais e justiça.
Motivação intrínseca	Antecipação, autoexpressão, conquistas, curiosidade, curva de aumento de nível, descobertas, diversão, justiça, longevidade, metas, oportunidade, recompensas e status.

Fonte: Recuperado de “Gamificação na educação”, de Bordinhão *et al.*, 2014.

A Tabela 1 apresenta no lado esquerdo o Flow e à direita as respectivas propriedades da gamificação que são necessárias para alcançar o sucesso. Torna-se interessante relacionar à gamificação com a avaliação que é um dos itens importantes no processo educacional. Pela Tabela 3, tem-se a presença de competências e habilidades motivadas pelo Flow, que é de suma importância para o sucesso do aprendiz discente e, de certa forma, no egresso (Bordinhão *et al.*, 2014).

Metodologia

O presente estudo, trata-se de pesquisa-ação, com método experimental, na qual se busca centrar no tema em discussão indústria 4.0. A pesquisa em especial é importante para os discentes de engenharia buscar novos saberes e que possam ser úteis de alguma forma no direcionamento da sociedade (Ferreira *et al.*, 2017; Souza *et al.*, 2018). A coleta dos dados pode ser realizada por meio do uso de instrumento da gamificação virtual em uma turma de graduação do curso de engenharia.

O tema indústria 4.0 carece, segundo Teixeira *et al.* (2019), num primeiro momento, de uma maior difusão acadêmica, principalmente para engenharia, do

dimensionamento da importância da implantação dessas tecnologias no Brasil perante a competitividade industrial de países, onde a manufatura avançada já é uma realidade, como: China, os Estados Unidos da América e a Alemanha. Como difusão, neste trabalho, propõe-se a intervenção no ensino de engenharia nas universidades, no intuito de levar ao conhecimento dos discentes as novas exigências da indústria, por meio da gamificação. O tópico seguinte aborda a proposta de uma gamificação para engajamento e motivação discente ao aprendizado.

Gamificação e avaliação do processo de aprendizagem

Como proposta de gamificação de conteúdos para aprendizagem e de avaliação do *Flow*, utilizou-se a implementação do conteúdo de Indústria 4.0 para a disciplina de engenharia EMTi17 - Processamento de materiais metálicos, em uma universidade federal brasileira, conforme figuras a seguir.

Para a implementação da gamificação discente, foi proposta a utilização de módulos com atividades de QUIZZ e de Avaliação por modelos disponíveis eletronicamente no Easy LMS (2019), atividades que fazem parte do portfólio dessa empresa pelo *Learning Management System*. Para a avaliação do processo de ensino (APE) e da satisfação discente utilizou-se um questionário na forma de *survey*, disponíveis também pelo no Easy LMS (2019) conforme Figuras 3 e 4.

As atividades dos módulos foram aplicadas em 3 fases, contendo conteúdos que se complementavam. Na fase 1, trabalharam-se os conceitos elementares de Indústria 4.0, conforme conteúdo de Teixeira *et al.* (2019). Na fase 2, correlacionaram-se esses conceitos com os conteúdos previstos da disciplina EMTi17, como previsto em Callister Jr. (2002) e Shackelford (2008) e com o atual quadro da siderurgia no Brasil (Teixeira, Teixeira, & Lacerda, 2019). A fase 3 constituiu-se no estudo do atual panorama da siderurgia no Brasil, conforme CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE (2010). Em todas as fases, o motor do QUIZZ do Easy LMS (2019) contabiliza pontos que servem principalmente para demarcar o progresso dos participantes. Os pontos individuais discentes são contabilizados na soma das questões escolhidas corretamente e o menor tempo para finalização do QUIZZ. Logo, a pontuação é comparada e é possível levantar-se um ranqueamento entre os discentes. O

programa também fornece a cada discente, e ao docente, a assertividade das questões, possibilitando também acompanhar, visualizar e registrar o desempenho acadêmico em cada uma das 3 fases propostas.

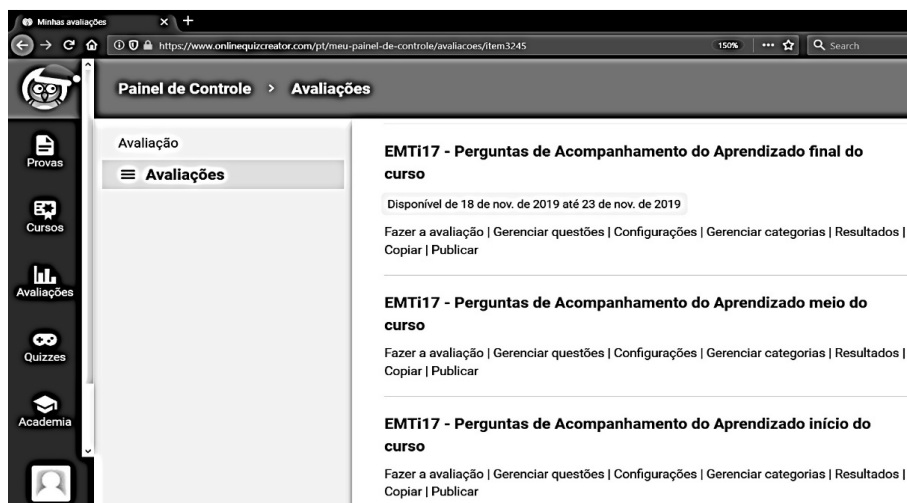


Figura 3. *Surveys* propostos para o APE e Flow na disciplina EMTi17.

Fonte: Dados dos autores

O *survey* (APE) da Figura 3 foi acessível à cada discente em forma de link no início, no meio e as atividades propostas pela gamificação. O conteúdo do *survey* foi dividido em três fases, são elas: Fase 1 (antes do início dos módulos de gamificação); Fase 2 (no meio turno dos módulos de gamificação); e Fase 3 (após todas as atividades de gamificação propostas pelo docente).

O APE apresentado na Figura 4 consiste na avaliação quantitativa de sete critérios coletados, por meio de questionário tipo *survey* com os discentes onde: o 1,0 representa o (I) Insuficiente, 2,0 representa o conceito (R) Regular, 3,0 representa o conceito (B) Bom, 4,0 representa o conceito (O) Ótimo e 5,0 representa o conceito (E) Excelente), conforme Tabela 2.

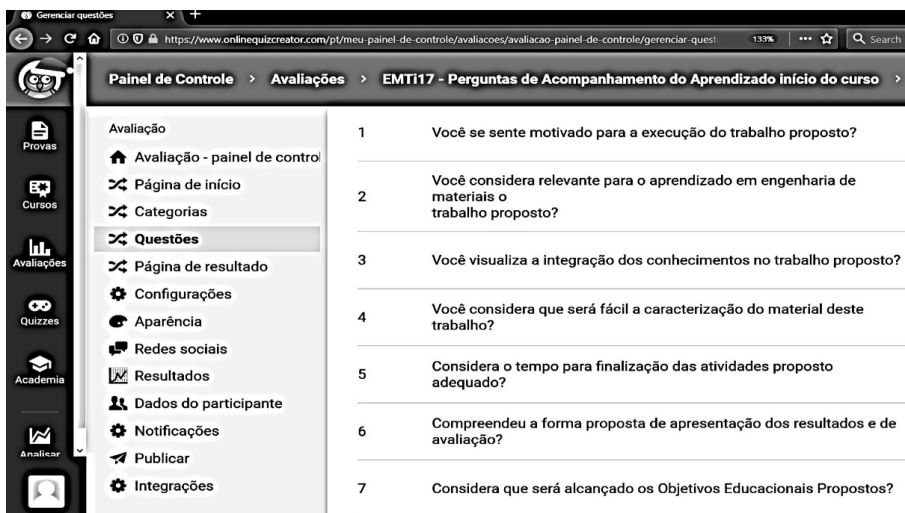


Figura 4. Questões do APE na disciplina EMTi17.

Fonte: Dados dos autores

Para o discente responder ao *survey* (APE) da Figura 4, utilizou-se uma avaliação na forma de questionário *survey* (Easy LMS, 2019) com sete perguntas (conforme Tabela 2) disponibilizado pelo docente aos discentes na forma de link, conforme Figura 5.

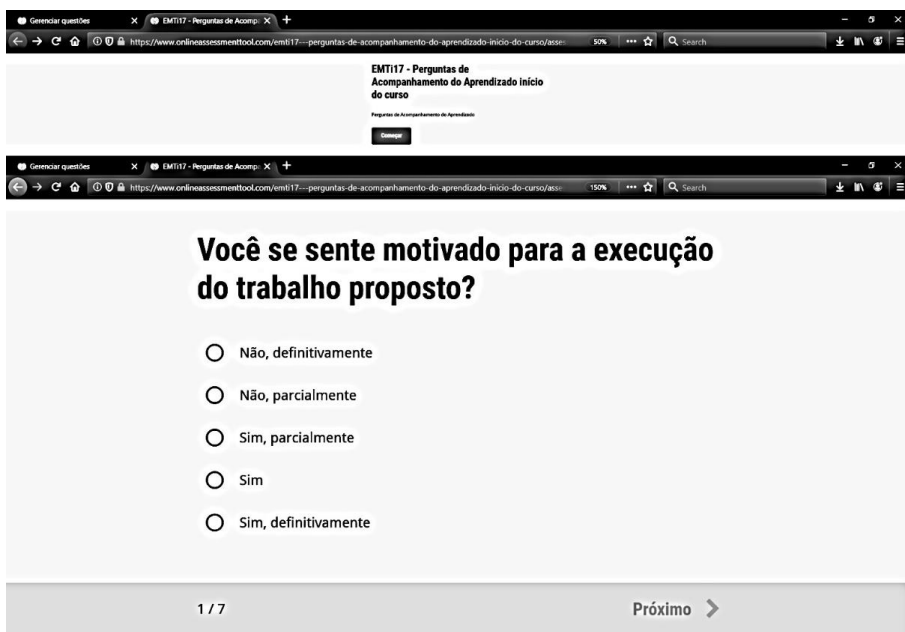


Figura 5. Apresentação da atividade *surveys* ao discente na disciplina EMTi17.

Fonte: Dados dos autores

Os resultados do APE da Figura 4 das questões propostas na Tabela 2 respondidas por todos os discentes poderão ser apresentados na forma gráfica tipo Radar. No gráfico tipo Radar pode-se identificar a motivação e satisfação (*Flow*) discente ao longo do aprendizado por gamificação (no início, médio turno e no final) conforme proposto.

Tabela 2

Perguntas de Acompanhamento do Aprendizado

Perguntas	Avaliação de 1 a 5 pelo discente*
1. Você se sente motivado para a execução do trabalho proposto?	
2. Você considera relevante para o aprendizado o trabalho proposto?	
3. Você visualiza a integração dos conhecimentos no trabalho proposto?	
4. Você considera satisfatória a metodologia de ensino proposta?	
5. Considera o tempo para finalização das atividades proposto adequado?	
6. Compreendeu a forma proposta de apresentação dos resultados e de avaliação?	
7. Considera que serão alcançados os objetivos educacionais propostos?	

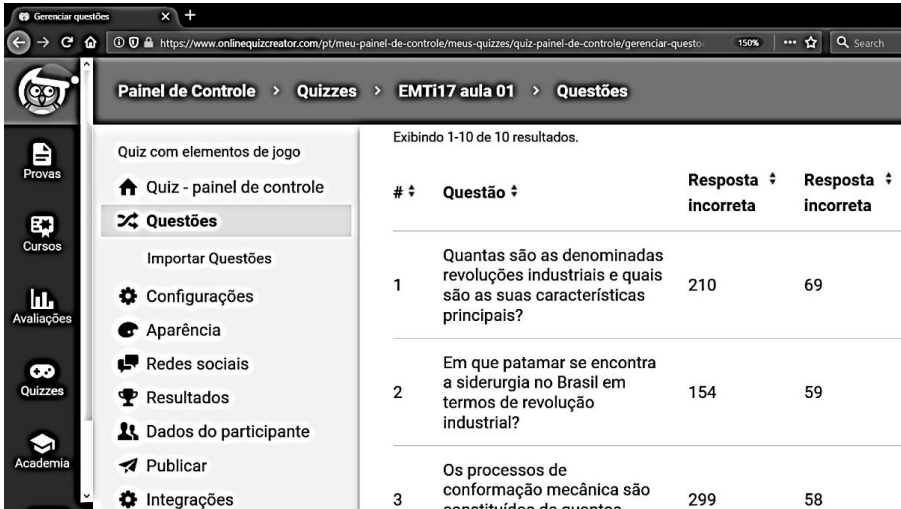
* 1,0 Não; 2,0 Não, parcialmente; 3,0 Sim, parcialmente; 4,0 Sim; 5,0 Sim, definitivamente

Fonte: Dados dos autores

Para a atividade de Gamificação discente foi proposta a utilização do modulo EMTi17 aula 01 com atividades de QUIZZ para trabalhos em equipe e de avaliação,

com ranqueamento conforme a assertividade e a prontidão das respostas para um tempo proposto, conforme Figuras 6 e 7.

A atividade de gamificação na Figura 6 trata-se de um questionário de múltipla escolha, em que o discente tem uma limitada quantidade de tempo e tentativas para a solução com acerto. O *feedback*, quanto às escolhas é fornecido eletronicamente com a indicação luminosa vermelha se a questão escolhida do questionário é a errada e em verde se é a correta. Em caso de escolha errônea, aparece em cor verde a alternativa correta e em vermelho a alternativa errada ao mesmo tempo.



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://www.onlinequizcreator.com/pt/meu-painel-de-controle/meus-quizzes/quiz-painel-de-controle/gerenciar-questo>. The page title is "Gerenciar questões" and the breadcrumb navigation is "Painel de Controle > Quizzes > EMT117 aula 01 > Questões". The main content area displays a table of quiz results for 10 questions, showing the question number, the question text, and the number of correct and incorrect responses.

#	Questão	Resposta correta	Resposta incorreta
1	Quantas são as denominadas revoluções industriais e quais são as suas características principais?	210	69
2	Em que patamar se encontra a siderurgia no Brasil em termos de revolução industrial?	154	59
3	Os processos de conformação mecânica são constituídos de quantos	299	58

Figura 6. Apresentação da atividade gamificação ao discente na disciplina EMT117.

Fonte: Dados dos autores

O ranqueamento eletrônico é em tempo real das atividades, conforme a assertividade e a prontidão das respostas para um tempo proposto e fica disponível para consulta aos discentes no início e no final da atividade, conforme Figura 7.



Figura 7. Ranqueamento da atividade gamificação ao discente na disciplina EMTi17.

Fonte: Dados dos autores

Os resultados do desempenho acadêmico coletivo e de cada discente são disponibilizados eletronicamente no perfil docente do Easy LMS (2019), possibilitando assim o acompanhamento e *feedback* docente do aprendizado discente como um todo e individualmente, conforme Figura 8.

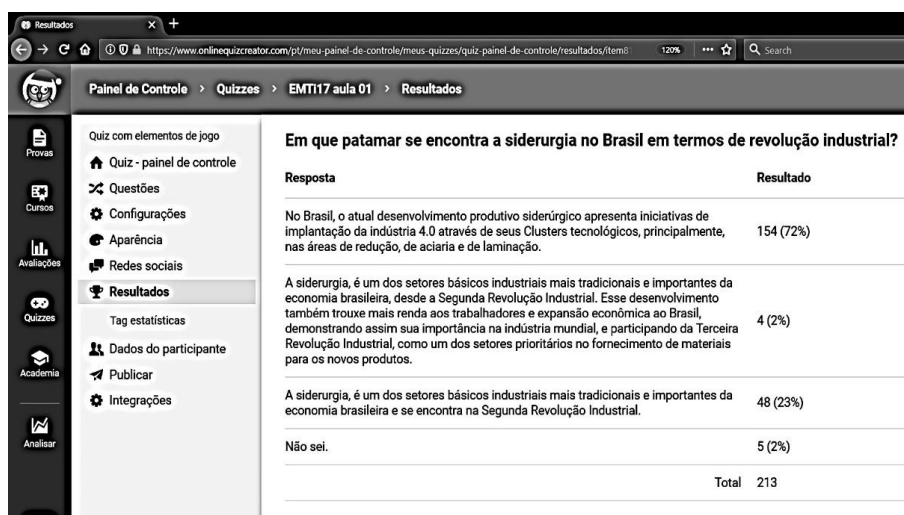


Figura 8. Desempenho da atividade gamificação ao discente na disciplina EMTi17.

Fonte: Dados dos autores

A Figura 8 apresenta uma imagem da tela de avaliação por meio da gamificação empregada no processo educacional em curso com sucesso. O objetivo de aprendizagem

da gamificação proposta para o conteúdo da Indústria 4.0 foi alcançado pela associação dos gráficos de APE com os resultados coletivos de desempenho discente. O esperado era que durante cada avanço no conteúdo por gamificação, a atividade se tornasse cada vez mais motivadora e o aprendizado satisfatório ao discente.

Resultados prévios

A atividade proposta de gamificação na disciplina EMTi17 (Processamento de Materiais Metálicos) foi aplicada no segundo semestre do ano de 2019 a 32 discentes do 6º período (3º ano) do curso de Engenharia de Materiais de uma Universidade Federal brasileira, tendo-se 1 docente coordenador. Os discentes tinham idades de 21 anos a 23 anos, sendo uma proporção de cerca de 3/5 do gênero masculino (19 discentes) e 2/5 do gênero feminino (13 discentes).

Ao verificar quais conteúdos deveriam compor um instrumento gamificado para possibilitar o ensino de gestão de indústria 4.0, foram escolhidos artigos atuais coletados por autores diversos, com destaque para Tropa, Silva e Dias (2017), Pereira e De Oliveira Simonetto (2018), Santos, Alberto, Lima e Charrua-Santos (2018), Tortorella e Fettermann (2018), Silveria (2019), IEDI (2019), dentre outros aspectos que foram devidamente selecionados pelo docente para menção e uso no instrumento gamificado.

Para a avaliação do aprendizado discente, foi solicitado aos discentes o preenchimento de um formulário avaliativo individual da aprendizagem discente APE no início, meio e final das atividades e avaliações de gamificação do curso de EMTi17, no intuito de analisar as atividades de diversos itens do formulário, tais como: as contribuições da gamificação na motivação; percepção da transdisciplinaridade que ocorre com o trabalho com pessoas com formações diversas, além de outros observados por meio do *survey* APE (Tabela 2) e apresentados na Figura 9.

A partir do objetivo de propor um protótipo de instrumento gamificado para aplicar na disciplina EMTi17, foi desenvolvido um ambiente virtual no Easy LMS (2019). Por meio deste site, os discentes acessaram e realizaram as atividades propostas na disciplina. Os discentes responderam a todas as atividades de acordo com os módulos abordados, obedecendo a um cronograma específico para respostas e correções

a partir do *feedback* do docente. A avaliação da aprendizagem do início, do meio e do final do curso de EMTi17 (para um total de 32 discentes), conforme resultados da Avaliação do Processo Educacional, é apresentada na Figura 9, sem distinção de gênero discente.



Figura 9. Gráfico tipo Radar da avaliação do aprendizado discente.

Fonte: Dados dos autores

Conforme o item 3 da Figura 9, considerando os indicadores do gráfico tipo radar de 1,0 (Não) a 5,0 (Sim, definitivamente), verificou-se que os discentes percebem parcialmente quais foram a integração dos conhecimentos (indicador entre 4 e 5, Sim). Para os discentes, tem-se que para os outros indicadores propostos pela Tabela 2, eles concordam deles parcialmente (indicadores entre 3,0 e 4,0, Sim, parcialmente), principalmente quanto à motivação (item 1) e aos objetivos educacionais (item 7). Houve uma percepção discente, desde o início do curso, de que o tempo das atividades propostas era curto (item 5), o que pode ter afetado a percepção avaliativa dos discentes quanto ao alcance parcial (indicadores entre 3,0 e 4,0, Sim, parcialmente) dos objetivos educacionais da aprendizagem por gamificação ao final do curso (item 7), concordando parcialmente com o alcance destes objetivos propostos (indicadores entre 3,0 e 4,0, Sim, parcialmente). Quanto ao desempenho acadêmico pelo valor da média aritmética do meio e final do curso, tem-se total aprovação dos discentes com as notas médias

superiores a 70% de aproveitamento (nota mínima 7,1), somando as atividades (QUIZZs) e avaliações por gamificação, reforçando que houve mínima consolidação do conhecimento durante o aprendizado, possibilitando ao discente a sua promoção, ou avanço, no curso no qual se encontra matriculado.

Considerações finais

A partir dos resultados dos QUIZZs e *surveys* (do instrumento gamificado virtual como um todo) é possível avaliar a experiência e a motivação discente em relação ao aprendizado por meio da gamificação. Assim, em relação ao objetivo específico de identificar como a gamificação pode ser utilizada para o ensino de engenharia, conclui-se que essa metodologia pode ser utilizada com sucesso. A gamificação nesse caso pode ser aplicada como um instrumento de *games* que contemplem todos os aspectos teóricos e as práticas sobre o tema indústria 4.0, de modo que os discentes interajam, tenham um *feedback* do docente, disponham de tempo para verificação e correção das atividades e, assim se sintam mais motivados ao aprendizado. Tal dinâmica não apenas viabiliza a abordagem do tema, como também permite a receptividade e uma boa avaliação de todos os envolvidos.

Propõe-se em conjunto à gamificação dos conteúdos de indústria 4.0 aos discentes de engenharia a utilização da avaliação do processo de ensino, objetivando potencializar a aprendizagem, a aplicação da teoria do *Flow*, pela avaliação de ensino, para se averiguar o quanto essa metodologia ativa proposta é capaz de motivar e satisfazer o discente durante o aprendizado. Por fim, ao analisar a utilização prévia na disciplina de engenharia de EMTi17 no ano de 2019, constatou-se que a gamificação proposta atendeu aos objetivos de aprendizado sobre a indústria 4.0, sendo considerada uma boa ferramenta de consolidação desse conhecimento para as engenharias, de um modo geral.

Referências

Alves, L. R. G.; Minho, M. R. D. S.; Diniz, M. V. C. (2014). Gamificação: diálogos com a educação. In: Fadel, L. M. et al. (Org.). Gamificação na Educação. São Paulo,

Pimenta Cultural, pp. 74-97. Obtido de:
http://www.pgcl.uenf.br/arquivos/gamificacao_na_educacao_011120181605.pdf

Bissolotti, K.; Nogueira, H. G.; Pereira, A. T. C. (2014). Potencialidades das mídias sociais e da gamificação na educação a distância. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, 12(2). Obtido de: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.53511>.

Bordinhão, J.; Golfetto, I. F.; Baldessar, M. J., & Spanhol, F. J. (2014). *Gamificação na educação*. Seção 2, Gamification e teoria do flow. São Paulo: Pimenta Cultural, pp. 38-73.

Borges, S. D. S., Reis, H. M., Durelli, V. H., Bittencourt, I. I., Jaques, P. A., & Isotani, S. (2013). Gamificação aplicada à educação: um mapeamento sistemático. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, Vol. 24, No. 1, p. 234. Obtido de: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2013.234>.

Callister Jr, W. D. (2002). *Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução*. 12, *Ligas Metálicas*, 5ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, pp. 243-263.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE (2010). *Siderurgia no Brasil 2010-2025*. Capítulo 4, Lingotamento e Laminação (pp. 61-69) e “capítulo 5, Gestão Ambiental” (pp. 70-82). Brasília, 2010. Obtido de: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Siderurgia_no_Brasil__9567.pdf/893da7ee-8608-4251-adc1-10c2bf95b009?version=1.0

Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York, NY: Harper Collins, p.74.

Da Silva, A. R. L., Sartori, V., & Catapan, A. H. (2014). *Gamificação na educação*. Seção 8, Gamificação: uma proposta de engajamento na educação corporativa. São

Paulo: Pimenta Cultural, pp. 192-227. Obtido de: <https://www.pimentacultural.com/gamificacao-na-educacao>.

Easy LMS. (2019). *Learning Management System*. Obtido de: <https://www.easy-lms.com/pt/>, <https://www.easy-lms.com/pt/centro-de-conhecimento/centro-conhecimento/aprendizagem-movel/item10388>.

Ferreira, C. R.; Tavares, S. S.; Ferreira, B. H. M.; Fernandes, A. M.; Fonseca, S. J. G.; Oliveira, C. A. D. S.; Gouveia, L. L. D. A. (2017). Comparative Study About Mechanical Properties of Structural Standard Concrete and Concrete with Addition of Vegetable Fibers. *Materials Research*, 20, pp.102-107. Obtido de: <https://doi.org/10.1590/1980-5373-mr-2016-0905>.

Gomes, M. S.; Da Silva, M. J. F. (2018). Gamificação: uma estratégia didática fundamentada pela perspectiva da Teoria das Situações Didáticas. *Horizontes-Revista de Educação*, 6(11), pp.18-30. Obtido de: <https://doi.org/10.30612/hre.v6i11.8398>.

Iedi. (2019). *Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil*. Website do Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI). Obtido de: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15486>.

Kiryakova, G.; Angelova, N.; Yordanova, L. Gamification in education. (2014). Computer Science. Obtido de: https://www.researchgate.net/profile/Gabriela_Kiryakova/publication/320234774_GAMIFICATION_IN_EDUCATION/links/59d6514eaca27213df9e77e4/GAMIFICATION-IN-EDUCATION.pdf.

Lee, J. J.; Hammer, J. (2011). Gamification in Education: What, How, Why Bother? *Academic Exchange Quarterly*, 15(2).

McGonigal, J. (2011). *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. Penguin Press. New York, NY.

Mello, J. A. V. B., Gusmão, L. D. V. S. D., Feliciano, D. R.; Santos, F. (2019). Gamificação como alternativa de ensino e interação com a sociedade. *Da Investigação às Práticas*, 9(2), pp. 31-45. Obtido de: <http://dx.doi.org/10.25757/invep.v9i2.163>.

Pereira, A.; De Oliveira Simonetto, E. (2018). Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 16(1). Obtido de: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v16i1.4938>.

Ramos, A. B.; Junior, D. C. V. (2019). A utilização de gamificação para o ensino de gestão de projetos. *International Journal of Knowledge Engineering and Management (IJKEM)*, 8(20), pp. 25-49. Obtido de: <http://stat.intraducoes.incubadora.ufsc.br/index.php/IJKEM/article/view/5388>.

Santos, B. P.; Alberto, A.; Lima, T. D. F. M.; Charrua-Santos, F. M. B. (2018). Indústria 4.0: desafios e oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, 4(1), pp.111-124. Obtido de: <https://doi.org/10.32358/rpd.2018.v4.316>.

Seaborn, K.; Fels, D. I (2015). Gamification in theory and action: A survey. *Int. J. Human-Computer Studies* 74 (2015), pp.14–31.

Shackelford, J. F. (2008) *Ciência dos materiais. 11, Metais*. 6ª edição. Pearson. São Paulo, pp. 267-273.

Silveira, C.B. (2019). *O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo*. Obtido de: CitiSystems. <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>.

Teixeira, R. L. P.; Teixeira, C. H. S. B.; de Araujo Brito, M. L.; Silva, P. C. D. (2019). Os discursos acerca dos desafios da siderurgia na indústria 4.0 no Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 5(12), 28290-28309. Obtido de: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-016>.

Teixeira, R. L. P.; Teixeira, C. H. S. B.; de Lacerda, J. C. (2019). Estudo de caso: descrição do sistema de qualidade total em uma unidade de laminação a frio de aço. *Research, Society and Development*, 8(1), e1781570-e1781570. Obtido de: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i1.570>.

Tortorella, G. L.; Fettermann, D. (2018). Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2975-2987. Obtido de: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1391420>.

Tropia, C. E. Z.; Silva, P. P.; Dias, A. V. C. (2017). Indústria 4.0: Uma caracterização do sistema de produção. In *XVII Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão Tecnológica*. ALTEC. Obtido de: https://www.researchgate.net/profile/Celio_Tropia/publication/317475373_Industria_40_uma_caracterizacao_do_sistema_de_producao/links/593b17fdaca272c4d9312200/Industria-40-uma-caracterizacao-do-sistema-de-producao.pdf