

Criação automática de trilhas de aprendizagem para treinamento simulado utilizando realidade virtual para área de enfermagem

Automatic creation of learning paths for simulated training using virtual reality for nursing

Antonio Valerio Netto¹

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9215-8531>

Letícia Serpa²

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3298-246X>

Rodrigo Pasti³

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4349-9863>

Resumo

INTRODUÇÃO: A geração manual de trilhas de aprendizado é uma severa barreira na adoção continuada do ensino personalizado devido ao longo tempo necessário para sua criação e correção dos erros gerados. **OBJETIVO:** Descrever o desenvolvimento de um processo de automatização de criação de trilhas de aprendizagem para uma plataforma de qualificação e avaliação continuada de profissionais da área de saúde, mais especificamente, enfermeiros. **MÉTODO:** A plataforma utiliza simulação virtual com conteúdos baseados em metodologias ativas, focado, inicialmente, na geração de treinamentos virtuais das técnicas de punção de cateter port-a-cath e periféricos. **RESULTADOS:** Após a geração da trilha, foram realizados testes para verificação de sua pertinência e adequação aos critérios estabelecidos. **CONCLUSÃO:** Com a automatização além da melhora no resultado, foi possível promover a adoção junto aos profissionais de treinamento corporativo na área hospitalar.

Palavras-chave: sistema inteligente; aprendizagem; enfermagem.

Abstract

INTRODUCTION: Manually generating learning paths is a severe barrier to the continued adoption of personalized learning due to the long time required to create them and correct errors generated. **OBJECTIVE:** To describe the development of an automation process for creating learning trails for a platform for qualification and continuous assessment of healthcare professionals, more specifically, nurses. **METHOD:** The platform uses virtual simulation with content based on active methodologies, initially focused on generating virtual training on port-a-cath and peripheral catheter puncture techniques. **RESULTS:** After generating the trail, tests were carried out to verify its relevance and adequacy to the established criteria. **CONCLUSION:** With automation, in addition to improving results, it was possible to promote adoption among corporate training professionals in the hospital area.

Keywords: expert systems; learning; nursing.

¹ Escola Paulista de Medicina (EPM/UNIFESP), São Paulo, Brasil. E-mail: avnetto@unifesp.br

² Empresa Xeduca Soluções Tecnológicas, São Paulo, Brasil. E-mail: lfserpa@uol.com.br

³ Empresa Xeduca Soluções Tecnológicas, São Paulo, Brasil. E-mail: rodrigo.pasti@gmail.com

Introdução

Os desafios para a educação corporativa estão crescentes neste mundo em constante mudança, incluindo as transformações: digitais, de gerações, de ideias e de inovação em todas as áreas do conhecimento. Esse cenário de velocidade acelerada demanda novas competências e habilidades para os profissionais do futuro nas diversas áreas como economia, gestão, prestação de serviços, na saúde e também na educação. Reconhecidamente, a pandemia da COVID-19 mostrou a necessidade de inovação nos processos assistenciais e de gestão à saúde. Trouxe uma quebra de paradigmas aos programas educacionais com o objetivo de dar uma resposta adequada para as novas demandas, como a capacitação das equipes de saúde e seu fortalecimento para o enfrentamento à pandemia com o objetivo de garantir uma assistência segura ao paciente, aos familiares e a toda a equipe de saúde¹.

Nesse contexto, a aprendizagem ativa, proposta pela andragogia, é crucial para o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, técnicas de comunicação, habilidades de resolução de problemas e ajuda a garantir que os alunos estejam bem preparados para ambientes de trabalho complexos e desafiadores². A andragogia, também conhecida como teoria da aprendizagem de adultos, proposta por Malcom Knowles³, busca capitalizar os estilos únicos de aprendizagem e os pontos fortes dos alunos adultos, em uma perspectiva de autonomia (autodirigidos). Isso é, devem ter voz no conteúdo e no processo de seu aprendizado; se concentrar em adicionar algo ao que já aprenderam no passado; o conteúdo deve focar em questões relacionadas ao trabalho ou à vida pessoal; e a aprendizagem deve ser centrada na resolução de problemas em vez de memorizar os conteúdos.

Para atender essa demanda atual, faz-se necessário o uso de tecnologias e sua incorporação nos serviços profissionais para uma formação que possibilite a transformação da realidade. A busca por materiais e métodos que permitam instruções com profissionais preparados e comprometidos, gera uma reflexão no processo de ensino-aprendizagem. Em uma concepção de saberes em que discente e docente participam efetivamente, substituindo as técnicas de memorização e transferência fragmentada do saber de forma vertical, com estímulo à participação do discente, e baseada em metodologias ativas⁴.

A revolução digital em curso tem provocado uma crescente adoção de diversos tipos de tecnologias por parte das grandes instituições, visando suportar o trabalho remoto e a capacitação de comunicação on-line de suas equipes.

Nessa visão, tem-se adotado a tecnologia 3D no desenvolvimento de simuladores como uma excelente opção para organizações, cujos desafios exigem a integração de outros profissionais com especialização técnica. A visualização em 3D é um recurso tecnológico que permite interagir em um ambiente ou com um objeto qualquer de forma realística. O uso de um par de óculos de Realidade Virtual (RV) reforça essa sensação de imersão nesse ambiente virtual⁵. A utilização de simuladores baseado em RV tem o aspecto de promover mais pontos de interação, envolvimento e imersão. São realidades diferentes criadas artificialmente, mas percebidos pelos sistemas sensoriais da mesma forma que o mundo físico à nossa volta. Esse recurso pode gerar emoção, ensinar, divertir e responder às ações, sem necessidade de um cenário real. A tecnologia permite o acesso a ambientes sintéticos, imersivos e de alta definição que consegue transpassar para realidades alternativas, propiciando ao discente uma



tomada de decisão em segundos, com baixo custo e ausência de instrutor⁶.

Dessa forma, foi proposto um treinamento no formato on-line, no qual é utilizado um simulador mobile com simulação 3D imersiva. A simulação é direcionada pelo *viewpoint* do enfermeiro, de forma individual e sem a presença do instrutor. O conteúdo dos módulos de treinamento aplica o conceito de *Problem-Based Learning* (PBL). O PBL visa à construção do conhecimento a partir de um problema, fundamentada na andragogia construtivista, utilizando problema factual indicado pelo docente, com cunho autodirigido e autorreflexivo. A construção do conteúdo foi elaborada pelo docente, com a criação de roteiros a partir de situações de cuidados reais. No decorrer da cena são exibidos questionamentos que deverão ser respondidos pelo aluno em tempo real. O docente assume o papel de facilitador, aperfeiçoando e apoiando os processos de raciocínio, indagando conhecimento aos discentes e não fomentando as respostas diretamente⁷.

Durante o processo de geração do conhecimento, é possível construir conteúdos e desenvolver habilidades de resolução de problemas, bem como as competências de aprendizagem autodirigida⁸, provendo um ambiente propício para o desenvolvimento metacognitivo⁹. Incorporado a esse entendimento, torna-se importante que essa formação seja baseada no uso de trilhas de aprendizagem que, inclusive, irá permitir a personalização do ensino que tem como princípio norteador que os alunos aprendam de formas distintas e em ritmos diferenciados, além de considerar os conhecimentos, as habilidades, os interesses e as emoções adquiridas ao longo da vida¹⁰. É importante salientar que o processo de personalizar o aprendizado não é uma tarefa fácil; entretanto, para o aluno, os benefícios da personalização são, sobretudo, a motivação que substitui a frustração por não aprender e não acompanhar o ritmo ditado,

muitas vezes, pelo professor e a maximização do aprendizado, no sentido de que o aluno tem oportunidade de aprender de forma individual, com o grupo, com o uso das tecnologias e, efetivamente, com o professor¹¹.

As trilhas são definidas como “caminhos” virtuais de aprendizagem, capazes de promover e desenvolver competências no que concerne ao conhecimento, à habilidade, à atitude, à interação, à interatividade e à autonomia¹². Isto é, as trilhas de aprendizagem são caminhos flexíveis e alternativos para o desenvolvimento intelectual. Elas podem ser comparadas como uma rota de navegação. Isso porque os navegadores têm em suas mãos as cartas geográficas, bússola e informações meteorológicas, que indicam o caminho a ser trilhado. Os navegadores têm um mapa de oportunidades disponíveis para que se escolha qual caminho seguir e aonde chegar¹³. As trilhas de aprendizagem são sequências de atividades elaboradas em diferentes mídias com o objetivo de serem complementares entre si e de construir o conhecimento a respeito de um tema. As atividades devem abranger diferentes estilos de aprendizagem, formatos de conteúdo e abordagem ao tema¹⁴. As trilhas de aprendizagem são individuais, detalhadas e metódicas, contendo diferentes itinerários para navegação do discente, conforme as suas competências, sendo fundamental para o processo de ensino-aprendizagem, visto que agrupa atividades, possibilitando o aprendizado¹⁵.

Diante disso, a premissa está em colocar o aluno em situações simuladas por meio da realidade virtual imersiva, modeladas conforme a metodologia ativa (PBL), para que ele possa ter uma atitude, verificando se ela está adequada ou não, conforme o enredo do roteiro do módulo de treinamento. Representa, ainda, instrumento pelo qual o professor pode potencializar sua própria aprendizagem com os estudantes típicos da cultura digital, podendo enriquecer suas práticas didáticas



por meio de caminhos construídos com autonomia¹⁶.

Este artigo busca descrever o desenvolvimento de um processo de automatização de criação de trilhas de aprendizagem para enfermeiros. A geração manual dessas trilhas era uma severa barreira na adoção continuada do ensino personalizado devido ao longo tempo necessário para sua criação e correção dos erros gerados.

Referencial Teórico

O tratamento do paciente oncológico é complexo, depende de vários fatores relacionados ao tumor, sendo essencial o conhecimento e a habilidade do profissional para lidar com essa situação. A quimioterapia é uma das modalidades de tratamento das neoplasias malignas, sendo assim, há necessidade de protocolos e conhecimento com ênfase em segurança do paciente na administração desses medicamentos. Nesse contexto torna-se essencial a segurança no preparo e administração de quimioterápicos, com adoção de estratégias para evitar eventos adversos¹⁷. Dentre os procedimentos e cuidados prestados ao paciente oncológico em tratamento quimioterápico, existe um procedimento de capital importância: o manuseio do cateter venoso central de longa permanência, que é largamente utilizado na administração de soroterapia e quimioterápicos.

Dentre esses cateteres venosos centrais têm-se o port-a-cath, que se refere a um cateter de longa permanência totalmente implantável. Esse dispositivo constitui-se de cateter feito de silicone ou poliuretano e câmara de titânio coberta por um septo de silicone puncionável introduzido cirurgicamente. A colocação desse cateter é realizada em um centro cirúrgico, por equipe médica, a punção é realizada por enfermeiro com agulha não cortante ou do tipo Huber. Dentre as vantagens no uso dessa categoria de cateter estão o menor risco de infecção e maior

durabilidade. Porém, para isso ser possível, o enfermeiro deve ter uma formação e treinamento para o manejo, considerando as peculiaridades do dispositivo¹⁸. O conhecimento sobre as boas práticas para uso do cateter aumenta a vida útil dos mesmos, reduz a ocorrência de eventos adversos e complicações como, infecção, obstrução, extravasamento, exteriorização, dor no local, dentre outras¹⁹.

Diante do exposto, para o treinamento simulado, foram criados módulos (temas referentes à punção de cateter) e cada um desses módulos é composto por três desfechos (situações) diferentes com sete perguntas para cada situação. Cada pergunta possui quatro possíveis respostas. As perguntas podem ser de três tipos: observação, atitude ou constatação. Além disso, cada desfecho conta também com duas variáveis: tempo e presença de som. O tempo está associado ao período que o usuário tem para responder às perguntas: pode ser de 10 (T10) ou 30 (T30) segundos. A segunda variável é a presença do som do tic tac que aparece durante o tempo de resposta do usuário, caracterizando a presença do som (C1) e a sua ausência (C0).

A partir dos módulos, seus desfechos com as variáveis configuradas, foram construídos roteiros que foram utilizados para a construção das trilhas de aprendizagem, que são executadas de acordo com o desempenho de cada aluno. Isso é, conforme o resultado que o aluno obtém no roteiro que ele está executando, o sistema indica qual o próximo roteiro será executado. Os resultados de um roteiro são qualitativos e foram divididos em quatro: qualificado, moderado, requer melhorias e requalificado.

Materiais e Métodos

Este projeto foi aprovado na Comissão de Ética e Pesquisa (CEP) sob o número CAE: 55320521.3.0000.5432. O título é: “Uso de simulador virtual na



oncologia para aprendizagem e avaliação continuada”.

Utilizou-se uma plataforma chamada infoTIS. Ela é aplicada para educação corporativa baseada em simulação virtual, metodologias ativas e trilhas de aprendizado para o engajamento, treinamento e avaliação de profissionais de saúde. Essa plataforma foi fruto da execução de um projeto de pesquisa inovativa apoiada pela FAPESP (Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo).

Esse sistema busca promover a personalização do ensino de cada aluno acompanhando seu nível de desempenho. Ela empregou um processo de construção de conteúdo andragógico, com o objetivo de auxiliar na verificação se o profissional está preparado para agir corretamente e tomar as decisões assertivas, ou mesmo, se está engajado em seu trabalho rotineiro. Foram desenvolvidos conteúdos a partir dos cenários reais para o treinamento dos profissionais da saúde, elaborando três módulos, desfechos e roteiros para cada temática definida para o treinamento. Cada módulo foi criado baseado em três situações diferentes denominadas desfechos. Essas situações foram produzidas utilizando-se tanto gravações em vídeo em 360° quanto modelagem 3D. Cada situação tem duração de quatro a cinco minutos.

Foram criados trinta roteiros, cada um, constituído por quatro desfechos. Esses roteiros foram classificados de acordo com o grau de dificuldade, a partir do conteúdo proposto e de duas variáveis: “tempo” e “cronômetro”, que especificam o tempo para realização de cada roteiro, definidos como “T10” (dez segundos) e “T30” (trinta segundos). E a presença e ausência de som (tic tac) definidos como “C1” e “C0. O aluno que está realizando a trilha pode ter desempenho em cada roteiro, variando entre qualificado, moderado, requer melhoria e requalificado.

A construção da trilha de aprendizagem foi realizada inicialmente de forma manual, para testar a sua pertinência e continuidade. Para a construção da trilha de aprendizagem foi selecionado o primeiro roteiro, retratado como R01, o qual foi arquitetado com base nos diversos itinerários, considerados caminhos a serem percorridos pelo aluno, de acordo com seu conhecimento, habilidade e atitude. De acordo com a perspectiva do seu desempenho, o trajeto pode ter quatro resultados de saída: qualificado (saída Q), moderado (saída M), requalificado (saída X) e requer melhoria (saída Z). Para cada uma dessas saídas é indicado um novo roteiro para ser realizado pelo aluno. E isso segue até chegar ao roteiro final, o qual gerará a classificação final do aluno. A seguir, em (1) é apresentado um exemplo de trilha. Sendo que o sinal de “>” é utilizado para mostrar a quantidade de interação que neste exemplo é quatro.

R01 > QR02 >> MR03 >>> XR04
>>>> QFM (1)

Trata-se de um trabalho minucioso e que demanda um grande número de horas para a sua criação, devendo pensar em todas as possibilidades de desfechos dos alunos, de acordo com o seu desempenho em cada roteiro, inclusive tendo muitos erros para corrigir. Lembrando que se trata de um problema de análise combinatória. Diante disso, a sugestão foi criar uma forma de realizar a construção das trilhas de aprendizagem, de maneira automática, dentro da plataforma infoTIS, atendendo aos critérios de criação da especialista em educação corporativa. A mesma montou uma lógica (conjunto de critérios) que fosse utilizada como base para o desenvolvimento do algoritmo. Para a criação das trilhas utilizaram-se os seguintes critérios:

- Para o conceito ‘qualificado’ ao final do roteiro, o aluno seguirá a trilha original proposta.



- Para cada conceito ao final do roteiro: moderado, é indicado um roteiro com nível de dificuldade imediatamente inferior. Se tiver conceito ‘qualificado’ segue a trilha original.
- Para cada conceito final ‘requer melhoria’, é indicada a realização de mais um ou dois roteiros, com grau de dificuldade menor: alta, baixa ou média. Se o roteiro anterior foi com grau de dificuldade baixa, então, faz apenas mais um roteiro com grau de dificuldade baixa e outro média. Em seguida, se obtiver conceito ‘qualificado’, segue a trilha original.
- Para cada conceito ‘requalificar’, é indicada a realização de um a dois roteiros com grau de dificuldade menor: alta, média e baixa. Se o roteiro anterior foi com grau de dificuldade baixa, deve-se fazer mais um roteiro com dificuldade baixa e retornar no roteiro que teve o conceito ‘requalificar’ e se tiver conceito ‘qualificar’ segue a trilha.

Outra premissa estabelecida foi o número máximo de roteiros a que serão submetidos. Dessa forma, quando atingirem a realização de oito roteiros, seguirão a seguinte lógica:

- Quando tiver conceito ‘qualificar’, segue a trilha original.
- Quando tiver conceito ‘moderado’, muda o roteiro seguinte para um roteiro de menor dificuldade.
- Quando tiver conceito ‘requer melhoria’, alteram os dois roteiros seguintes, sendo o primeiro com o grau de dificuldade menor.
- Quando tiver o conceito ‘requalificar’, alteram os dois roteiros seguintes, sendo o primeiro com grau de dificuldade menor e o segundo repete aquele

roteiro que obteve o conceito ‘requalificar’.

Foram estabelecidos critérios também para a finalização da trilha, conforme abaixo:

- Será finalizada com o conceito ‘qualificado’: quando tiver 62% de conceitos qualificados.
- Será finalizada com o conceito ‘moderado’: quando tiver 62% de conceitos moderados.
- Será finalizada com o conceito ‘requer melhoria’: quando tiver 62% de conceito ‘requer melhoria’.
- Será finalizada com o conceito ‘requalificar’: quando tiver 62% de conceito ‘requalificar’, que significa reprovado.
- Quando tiver um percentual menor dos conceitos, considerar o mais frequente para finalização, a partir de moderado. Nunca o participante vai finalizar com conceito ‘qualificado’ se tiver menos que 62%.

A construção de uma trilha de aprendizagem é fundamental para um treinamento individualizado aos alunos, e que possibilita uma avaliação de desempenho por parte dos instrutores. Entretanto, dadas às inúmeras possibilidades de combinações de desfechos, roteiros e número de interações, a construção manual da trilha se torna um processo difícil e demorado. Em casos assim fica evidente que o emprego de algoritmos inteligentes traz novas possibilidades. Na literatura é possível encontrar propostas das mais variadas, cabendo destacar: o emprego de *support vector machine* (SVM) e redes neurais com camadas *long short-term memory* (LSTM); agrupamento de dados e regras de associação em mapas de conceito; *word embeddings* e *word2vector*; dentre outros.



O foco desse projeto é o emprego de um algoritmo para construir automaticamente árvores de roteiros, tendo como mecanismo principal um processo estocástico de preenchimento da árvore. Esse processo é regido essencialmente por distribuições exponenciais e uniformes de probabilidade que determinarão qual roteiro deve ser atribuído a um nó da árvore. A trilha resultante é decorrente da interação entre os roteiros existentes e os caminhos possíveis da trilha, como em uma abordagem *bottom-up*, sendo que o processo todo ocorre de forma não supervisionada, ou seja, não existe uma função de avaliação que guia a construção das trilhas. Essas são características amplamente encontradas em algoritmos de aprendizado de máquina.

Foi realizada uma modelagem de como uma árvore é preenchida com roteiros. Ou seja, dada uma árvore com profundidades quaisquer em suas ramificações, a modelagem proposta busca atribuir roteiros para os nós (pontos de conexão) dessas árvores por meio de um processo estocástico. Dois parâmetros são utilizados nesse processo: a dificuldade e o tipo de conteúdo dos roteiros. A dificuldade é definida como: baixa, média, alta e altíssima. O tipo de conteúdo é definido como: obrigatório, eletivo, optativo. Ambos são utilizados nos cálculos de probabilidade, e, portanto, os valores são convertidos para números inteiros, tendo respectivamente:

- Dificuldade: baixa = 1, média = 2, alta = 3 e altíssima = 4.
- Tipo de conteúdo: optativo = 1, eletivo = 2, obrigatório = 3.

O pseudocódigo do algoritmo é definido abaixo:

Entradas:

n: número de interações da trilha (profundidade da árvore).

d: vetor de dificuldades de cada um dos roteiros.

c: vetor contendo o tipo de conteúdo dos roteiros.

1: $T = \text{gereArvore}(\text{profundidade} = n)$

2: Para cada nó N da árvore T , faça:

3: $\text{prob} = x$

4: $r = \text{escolhe_roteiro}(\text{prob})$

5: atribui_roteiro (N)

A escolha do roteiro ocorre por meio do passo 4 e, portanto, nesse passo são calculadas as probabilidades de escolha de um roteiro para ser atribuído a um nó. O cálculo de probabilidades leva em consideração a dificuldade, o tipo de conteúdo, e a profundidade do nó. Em relação à dificuldade, têm-se dois cenários distintos:

- A dificuldade não importa, e, portanto, qualquer roteiro pode ser escolhido. O aluno irá, portanto, alternar entre roteiros fáceis e difíceis.
- Quanto mais avançar pela trilha, maior a probabilidade de escolher nós com maior dificuldade, obtendo assim uma dificuldade progressiva.

Em relação ao tipo de conteúdo, apenas uma afirmação é considerada: conteúdos obrigatórios possuem maior probabilidade de serem escolhidos. Ou seja, a tendência é que o conteúdo obrigatório seja cursado por todos os alunos em alguma passagem da trilha. O primeiro passo foi calcular a probabilidade segundo a dificuldade.

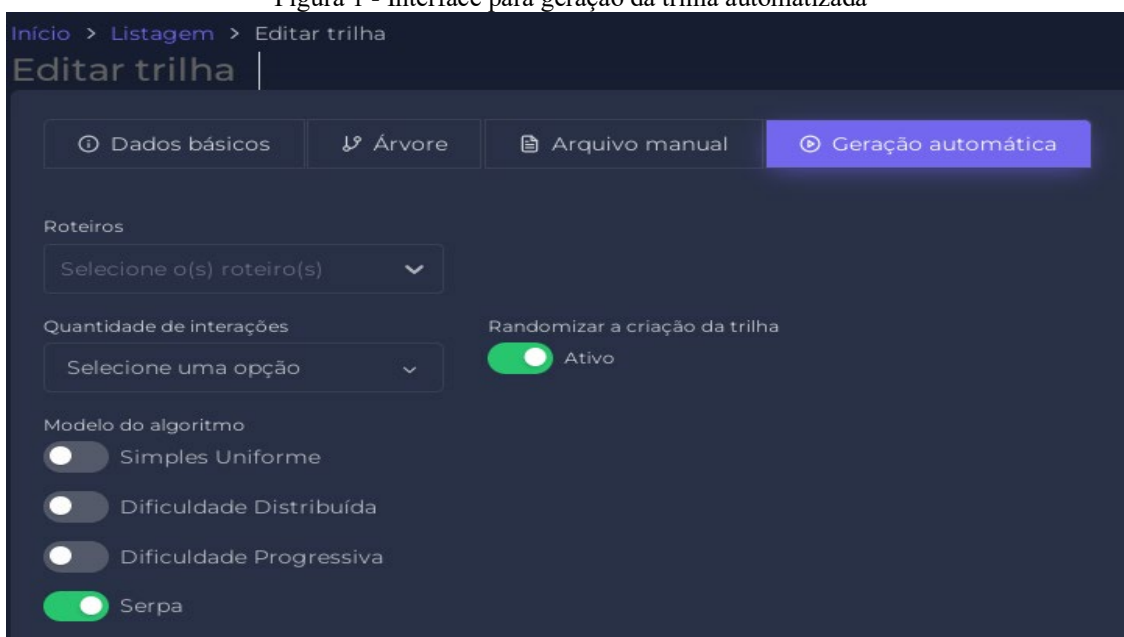
A partir da obtenção da probabilidade baseada na dificuldade, o próximo passo é selecionar N roteiros compondo um subconjunto dos roteiros mais prováveis de acordo com a dificuldade e profundidade do nó. O próximo passo é calcular a probabilidade de acordo com o tipo de conteúdo (obrigatórios possuem maior probabilidade que eletivos) a partir do subconjunto de roteiros. O emprego de

diferentes distribuições de probabilidade conduz a diferentes comportamentos do algoritmo.

Para a criação automatizada da trilha, foram inseridos os roteiros desejados para o perfil do educando e objetivos do treinamento, escolhido o número de interações, selecionada a possibilidade de randomização dos roteiros a cada novo treinamento do mesmo aluno e selecionou-se a regra estabelecida pela especialista (Figura 1).

Resultados

Figura 1 - Interface para geração da trilha automatizada

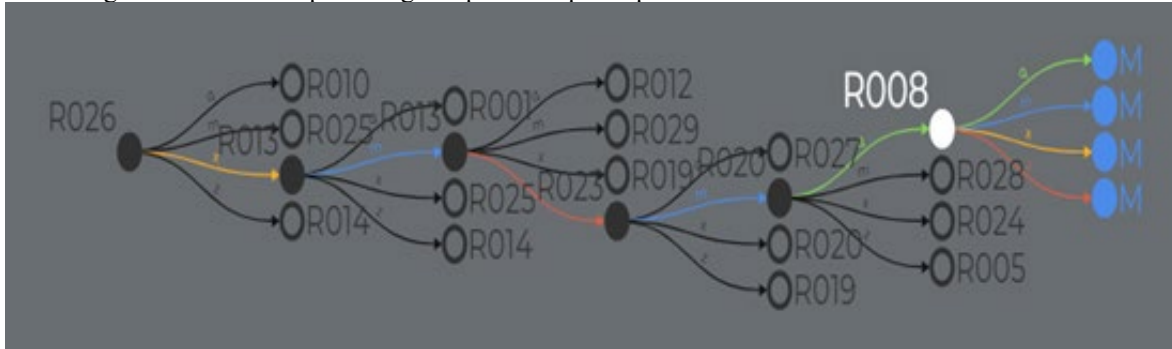


Fonte: Próprio autor.

Após a geração da trilha, foram realizados testes para verificação de sua pertinência e adequação aos critérios estabelecidos. Foi verificado, inicialmente, se cada roteiro tinha o desdobramento em quatro resultados: qualificado, moderado, requer melhoria e requalificar, representados respectivamente, pelas cores

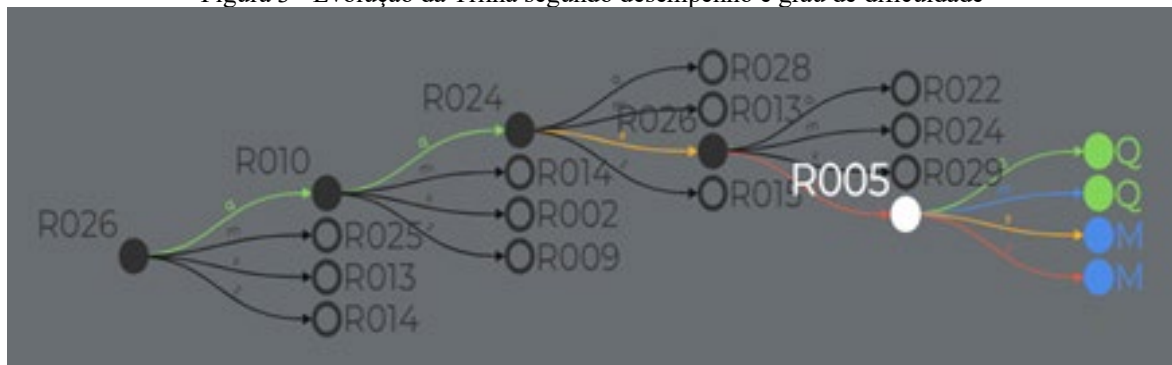
das linhas, verde, azul, laranja e vermelho (Figura 2). Em seguida foi verificada a pertinência da evolução da trilha, de acordo com o desempenho do educando, seguindo o critério de redução da dificuldade quando o desempenho era pior; e selecionando roteiros com maior dificuldade se o desempenho era melhor (Figura 3).

Figura 2 - Trilha de aprendizagem apresenta quatro possibilidades de resultado em cada roteiro



Fonte: Próprio autor.

Figura 3 - Evolução da Trilha segundo desempenho e grau de dificuldade

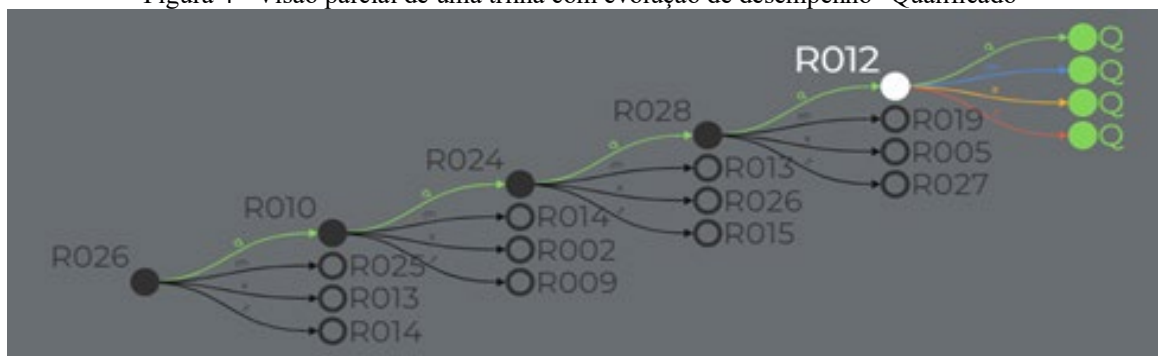


Fonte: Próprio autor.

Em seguida, foram realizados testes para verificação da adequação da finalização da trilha de acordo com o desempenho nos roteiros experimentados. Nesse caso, aquele que teve o melhor desempenho (qualificado) foi exposto a cinco interações e recebeu o conceito “Qualificado” ao final (Figura 4). Ao passo

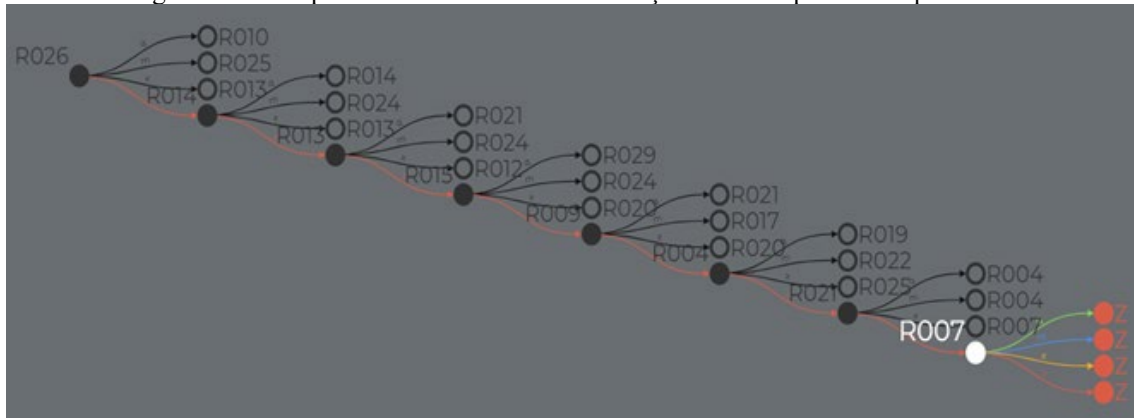
que, aquele que obteve um desempenho pior, foi exposto a oito interações, com roteiros de menor dificuldade, na tentativa de aprimorar seus conhecimentos. No entanto, manteve o desempenho pior e recebeu o conceito “Requalificar” (Figura 5).

Figura 4 - Visão parcial de uma trilha com evolução de desempenho “Qualificado”



Fonte: Próprio autor.

Figura 5 - Visão parcial de uma trilha com evolução de desempenho “Requalificar”



Fonte: Próprio autor.

Para realizar o treinamento é importante que os cenários elaborados e seus desfechos sejam apresentados aos educandos da forma planejada e na sequência correta. Para essa garantia foram realizados testes para a verificação de determinados critérios estabelecidos, como: clareza dos cenários e sequência dos desfechos com as questões problematizadoras no momento adequado, tempo para resposta e presença ou não do som (tic tac).

Discussão

Os resultados gerados tiveram como objetivo validar o comportamento do algoritmo. Foram avaliados três cenários distintos:

- Sem levar em consideração a dificuldade, e considerando o tipo de conteúdo.
- Considerando dificuldade e tipo de conteúdo.
- Influência do fator f na geração das trilhas.

Todos os experimentos foram realizados utilizando número de interações (profundidade da árvore) igual a três e cinco. Foram utilizados 30 roteiros distintos, sendo o número de dificuldade e

tipo de conteúdo uniformemente distribuído entre eles. Para o cenário 2, foi utilizado $f = 3$ para a probabilidade relativa à dificuldade, e $f = 1$ para o tipo de conteúdo. Para efeitos comparativos são utilizadas as figuras de cada uma das árvores geradas. As cores dos nós representam a dificuldade: baixa (roxo), média (azul), alta (verde), altíssima (amarelo). O tipo de conteúdo é representado pelo seu respectivo número: 1 = optativo, 2 = eletivo; 3 = obrigatório.

Para os resultados envolvendo o cenário 1. As dificuldades foram distribuídas uniformemente ao longo da trilha, e que existe uma tendência de escolha dos roteiros obrigatórios. Em outro cenário, a formação de uma trilha com dificuldade progressiva, em que existe um aumento em concordância com a interação que o usuário se encontra (profundidade da árvore). Além disso, foi gerada a mesma tendência, entretanto agora com maior número de interações. Vale observar que a tendência de distribuir dificuldades progressivamente se mantém.

Para avaliar a influência do parâmetro f na escolha da dificuldade, foram analisados os seguintes valores: 1, 3, 5. É possível observar que a distribuição das dificuldades tende a se tornar mais progressiva à medida que se aumenta f . Um valor igual a 1 gera uma trilha com tendência de dificuldade progressiva, mas ainda assim, possibilitando que sejam



intercalados roteiros de dificuldades variadas. Entretanto um valor igual a 5 gera uma tendência para roteiros mais difíceis sempre estarem ao final da trilha.

Por fim, visando à construção de trilhas em que o número de roteiros varia de acordo com o desempenho do aluno, são empregadas árvores onde ramificações tenderão a uma maior profundidade quanto pior for o desempenho do aluno, e uma menor profundidade quanto maior for o desempenho do aluno. A profundidade máxima é definida como o número de interações, e a profundidade mínima como 40% do valor da profundidade máxima. Para validar o comportamento desse algoritmo foi empregada a atribuição de roteiros com dificuldade progressiva e o tipo de conteúdo. O algoritmo é definido como: “Gere uma árvore com profundidade mínima”. Para cada nó folha da árvore mínima faça:

- Verificar o desempenho do caminho de roteiros e definir uma nova subárvore conforme pior for o desempenho do aluno.
- Adicione uma nova subárvore com interações adicionais até a profundidade máxima de acordo com o desempenho.

Conclusão

A possibilidade de desenvolver um programa de treinamento e desenvolvimento personalizado é uma resposta positiva às demandas atuais, se adequando ao perfil dos alunos e profissionais, e, ao mundo contemporâneo. A realização manual das trilhas era uma atividade complexa e passível de erros devido à grande possibilidade de alternativas. Além do tempo necessário de dedicação para a sua realização, ultrapassando várias semanas, o que impossibilitaria a sua inserção em uma unidade de treinamento e desenvolvimento, ou instituição de ensino.

Foi vislumbrada a possibilidade de uma construção automatizada a partir de alguns critérios considerados relevantes para o treinamento e capacitação dos profissionais da saúde, como por exemplo: o grau de dificuldade expondo o educando ao perfil de cenários considerados fáceis a difíceis, e ao tipo de conteúdo, classificado como obrigatório, eletivo e optativo. Esses critérios foram pensados a partir da construção dos cenários e seus vários desfechos. E também das questões problematizadoras para a tomada de decisão, que compõem os roteiros.

Foi possível criar uma trilha de aprendizagem automatizada, sendo realizados muitos testes com relação à pertinência dela, atendendo os critérios estabelecidos pelo tipo de roteiro e grau de dificuldade. Assim como a evolução e alternância de roteiros, individualizando o processo de acordo com o desempenho do educando. Foram necessários alguns ajustes no processo, especialmente na finalização de cada roteiro, que se encontrava adequado para a implantação na prática.

Importante compreender a potencialidade envolvendo os algoritmos inteligentes para a educação em saúde, por exemplo, empregado na personalização de trilhas de aprendizagem. Isso permite uma inovação para os espaços de educação corporativa e instituições formadoras, oferecendo caminhos capazes de desenvolver competências relacionadas ao conhecimento, habilidades e atitudes, possibilitando, inclusive, maior autonomia profissional e tomada de decisão, consideradas um diferencial competitivo no mundo contemporâneo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da FAPESP (Fundação de apoio à pesquisa do Estado de São Paulo) por meio do seu programa de inovação em pequenas empresas (PIPE).



Referências Bibliográficas

1. Silva DSM, Se EVG *et al.* Metodologias ativas e tecnologias digitais na educação médica: novos desafios em tempos de pandemia. ENSAIO - Rev. Bras. Educ. Med. 2022;46(02):1-10.
2. Moran J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: Moran J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso. 2018.
3. Knowles MS. The Adult Learner. A neglected species (4e), Houston: Gulf Publishing. 2e. 292 pages. Surveys learning theory, andragogy and human resource development (HRD). 1990.
4. Costa RRO, Medeiros SM *et al.* O uso da simulação no contexto da educação e formação em saúde e enfermagem: uma reflexão acadêmica. Espaço para a Saúde - Rev Saúde Pública do Paraná. 2015;16(1):59-63.
5. Valerio Netto A, Silva CI. Desenvolvimento de uma plataforma andragógica baseada em simulação virtual para qualificação e avaliação de alunos da área de saúde. Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais. RESDITE. 2022; 7(1):65-80.
6. Netto AV. Desenvolvimento de uma plataforma educacional baseada em realidade virtual para treinamento profissional. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 2021;30(1): 66-73.
7. Rocha CJT, Farias SA. Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de ciências e matemática. REAMEC - Rede Amaz Educ em Ciências e Matemática. 2020;8(2):69-87.
8. Kwan CY. What is Problem-Based Learning (PBL)? It is magic, myth and mindset. Centre for Development of Teaching and Learning, August, 2000; 3(3):1-10.
9. Haryani S, Prasetya AT, Permanasari A. Developing Metacognition of Teacher Candidates by Implementing Problem Based Learning within the Area of Analytical Chemistry. International Journal of Science and Research (IJSR), 2014;3(6):1223-1229.
10. Xoteslem WV. Personalização do ensino de matemática na perspectiva do ensino híbrido. 2018 [acesso em 2022 Mar 25]. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/33002>
11. Cannatá V. Ensino Híbrido na Educação Básica: narrativas docentes sobre a abordagem metodológica na perspectiva da personalização do ensino. 2017 [acesso em 2021 Mar 19]. Disponível em: <http://tede.metodista.br/jspui/handle/tede/1697>
12. Tafner EP. *et al.* Trilhas de aprendizagem: uma nova concepção nos ambientes virtuais de aprendizagem – AVA. In: Congresso Internacional de Educação a Distância. 2012.
13. Le Boterf G. Compétence et navigation professionnelle. Paris: Éditions d'Organisation, 1999.



14. Taxa FOS *et al.* Percurso docente nas trilhas de aprendizagem: estilos de uso do espaço virtual e sala de aula invertida. 2017 [acesso em 2022 Mar 22]. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2017/trabalhos/pdf/248.pdf>
15. Lopes P, Lima GA. Strategies for organization, representation and management of learning paths. *Perspect em Cienc da Inf.* 2019;24(2):165–95.
16. Valerio Netto A. Aplicação de simuladores de realidade virtual e Problem based learning para o treinamento de profissionais da área de segurança. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia.* 2018;7(2): 10-17.
17. Oliveira PP, Santos VEP *et al.* Segurança do paciente na administração de quimioterapia antineoplásica e imunoterápicos para tratamento oncológico: scoping review. *Texto Contexto Enferm.* 2019 [acesso em 2021 Mar 19]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2018-0312>
18. Damacena DEL, Pereira DA *et al.* O cuidado de enfermagem e o port-a-cath ou cateter totalmente implantado em pacientes oncológicos: uma revisão da literatura. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research (BJSCR).* 2020;30 (2):83–5.
19. Pinheiro RA *et al.* Risco de infecção para o cliente oncológico em uso de cateter venoso central totalmente implantado–Revisão integrativa. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção.* 2017;7(4): 273-283.

Como citar este artigo:

Valerio Netto A, Serpa L, Pasti R. Criação automática de trilhas de aprendizagem para treinamento simulado utilizando realidade virtual para área de enfermagem. *Rev. Aten. Saúde.* 2024; e20249612(22). doi <https://doi.org/10.13037/ras.vol22.e20249612>

