

A EDUCAÇÃO 4.0 JÁ CHEGOU ÀS ESCOLAS ESTADUAIS DE PORTO ALEGRE/RS E NO ENSINO DE QUÍMICA?

HAS EDUCATION 4.0 REACHED STATE SCHOOLS OF PORTO ALEGRE/RS AND CHEMISTRY TEACHING?

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ daniel.azevedo@ufrgs.br

Tania Denise Miskinis Salgado  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ tania.salgado@ufrgs.br

Camila Greff Passos  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ camila.passos@ufrgs.br

RESUMO: Na atualidade, com o avanço da tecnologia, percebe-se uma grande tendência na concepção da Indústria 4.0. Da mesma forma, isso ocorre na educação, surgindo a Educação 4.0, a qual consiste na utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação, empregando a linguagem computacional, a Internet, a Inteligência Artificial, entre outras. Posto isso, o presente trabalho tem como objetivo responder à seguinte questão de pesquisa: a Educação 4.0 já chegou às escolas estaduais de Porto Alegre e no Ensino de Química? Assim, foram aplicados questionários, um para as escolas estaduais da capital do RS e outro para professores estaduais de Química dessa cidade. Obteve-se o retorno de 56 dessas instituições de ensino e de oito professores. As respostas foram analisadas qualitativamente. Diante dos dados produzidos, urge que mudanças sejam realizadas nas escolas estaduais de Porto Alegre para que os professores possam se utilizar da Educação 4.0 como forma de desenvolver a educação de qualidade exigida pelo século XXI.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Química. Educação 4.0. Escolas estaduais de Porto Alegre.

ABSTRACT: Nowadays, with the advancement of technology, there is a great trend towards the concept of Industry 4.0. In the same way, this is happening in education, with the emergence of Education 4.0, which consists of the use of Information and Communication Technologies, using computer language, the Internet, Artificial Intelligence, among others. That said, this study aims to answer the following research question: has Education 4.0 reached state schools of Porto Alegre and Chemistry teaching? To this end, questionnaires were applied – one directed to state schools in the capital of Rio Grande do Sul, and another to state Chemistry teachers in the same city. Fifty-six of these schools and eight teachers responded. The answers were analysed qualitatively. Based on the data collected, there is an urgent need for changes to be made in Porto Alegre's state schools so that teachers can make use of Education 4.0 as a means to develop the quality education demanded by the 21st century.

KEY WORDS: Teaching Chemistry. Education 4.0. Porto Alegre state schools.

Introdução

Na atualidade, com o avanço da tecnologia, percebe-se uma grande tendência na concepção da Indústria 4.0. Da mesma forma, isso ocorre na educação, surgindo a Educação 4.0, a qual consiste na utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), empregando a linguagem computacional, a Internet, a Inteligência Artificial (IA), entre outras (Figueiredo & Paz; Junqueira,

2015; Martines, 2018; Melo & Oliveira, 2019). Devido a esse desenvolvimento na área tecnológica, a educação tem passado por transformações céleres, que estão sendo implantadas nesse campo. Dessa forma, nota-se que a maneira de ensinar e aprender está se modificando, e que o emprego do antigo modelo no qual o docente transmite o conteúdo e o educando o absorve de maneira passiva, já está ultrapassado.

A educação contemporânea deve ser basilar na formação de cidadãos os quais tenham habilidade de responder aos desafios do século XXI, mas para tal requer um frequente desenvolvimento, assim como uma contínua adaptação para enfrentar esses obstáculos. Por conseguinte, surge a Educação 4.0 a qual se relaciona a uma inovação no ensino-aprendizagem, influenciada pelas transformações advindas da Quarta Revolução Industrial (Figueiredo, Paz & Junqueira, 2015; Martines, 2018; Melo & Oliveira, 2019). Esse tipo de educação enaltece a participação do aprendiz e valoriza o desenvolvimento da sua criatividade, o envolvimento no processo de ensino-aprendizagem e a autonomia. Além disso, traz uma metodologia na qual o aluno assume o protagonismo do processo de aprendizagem e o docente se torna um tutor desse processo (Fisk, 2017). Além disso, desenvolve nos aprendizes competências como liderança, pensamento crítico, colaboração, criatividade e proatividade, tendo como objetivo fomentar e fortalecer processos de aprendizagem em diferentes campos de atuação profissional.

A Educação 4.0 possui como papel dar respostas às necessidades da quarta Revolução Industrial, e o campo da educação está fortemente relacionado a esse avanço, visto que hoje em dia os indivíduos nascem imersos nesse mundo digital (Figueiredo, Paz & Junqueira, 2015; Martines, 2018; Melo & Oliveira, 2019).

A Educação 4.0 está fundamentada em tecnologias da Indústria 4.0 e metodologias ativas, a saber: Ensino Híbrido, ou seja, *on-line* e *off-line*, tendo atividades a distância, grupos de debate, entre outros. Outrossim, fundamenta-se na Aprendizagem Baseada em Projetos ou Problemas, Sala de Aula Invertida, na qual os aprendizes realizam estudos em casa e debatem seus questionamentos e aprendizados no ambiente escolar (Bottentuit Junior, 2019). A gamificação é outra abordagem atrativa para engajar os estudantes com o intuito de garantir sua participação e envolvimento nas aulas, utilizando elementos de jogos em atividades e processos educacionais para aprimorar a construção do conhecimento. Ademais, apresenta o uso multidisciplinar de Ciências, Tecnologias, Engenharia, Artes e Matemática, da sigla em inglês STEAM e, da mesma forma, Cultura Maker, a qual representa a aprendizagem criativa e inovadora e o aprender fazendo (Silva; Viana & Vilela, 2020).

No que se refere ao Ensino de Química, essa educação deve possibilitar ao educando a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações sociais, políticas, econômicas e ambientais (Cataldi et al., 2012). Assim, o estudo da Química é de grande valia para o educando, uma vez que o conhecimento nessa área procura proporcionar aos estudantes a percepção das mudanças químicas que ocorrem no meio físico, as quais versam sobre o estudo científico da constituição da matéria, suas propriedades e as leis que as regem. A partir daí, a respeito do conteúdo de Química trabalhado e da forma de abordagem utilizada, o educando conseguirá tomar decisões mais embasadas na ciência e, dessa maneira, interagirá com o mundo enquanto indivíduo e cidadão (Brasil, 2018).

Assim, a Educação 4.0 é uma ferramenta que, se bem utilizada, poderá tornar a disciplina de Química mais atraente, personalizada e interativa, uma vez que ela é percebida pelos educandos como difícil, na qual se deve memorizar conceitos e fórmulas, devido à forma como normalmente é apresentada em sala de aula. Posto isso, o presente trabalho tem como objetivo responder à seguinte questão de pesquisa: a Educação 4.0 já chegou às escolas estaduais de Porto Alegre/RS e no Ensino de Química?

Ensino de Química e Educação 4.0

O Quadro 1, proposto por Lamattina (2023) exhibe a evolução das abordagens educacionais ao longo do tempo, caracterizando-as em quatro estágios: Educação 1.0, 2.0, 3.0 e 4.0. Cada uma dessas abordagens retrata as transformações sociais, culturais e tecnológicas ocorridas em suas respectivas épocas e propõe diferentes visões acerca da função do docente, do discente, da tecnologia e do próprio processo de aprendizagem.

Quadro 1: Diferenças entre as Abordagens Educacionais 1.0, 2.0, 3.0 e 4.0.

	Educação 1.0	Educação 2.0	Educação 3.0	Educação 4.0
Enfoque	Modelo tradicional de ensino	Uso crescente de recursos digitais	Aprendizagem personalizada e colaborativa	Aprendizagem imersiva e adaptativa
Papel do Professor	Transmissor de conhecimento	Facilitador do aprendizado	Orientador e apoiador do aluno	Orientador e curador do conhecimento
Papel do Aluno	Receptor passivo de informações	Aprendiz mais autônomo	Colaborador ativo, solucionador de problemas	Aprendiz engajado e protagonista do próprio aprendizado
Tecnologias	Limitado a livros e materiais impressos	Uso de recursos digitais (apresentações e vídeos)	Plataformas de aprendizado adaptativo, análise de dados	IA, VR/AR, IoT, aprendizado de máquina
Aprendizagem	Baseado em palestras e aulas expositivas	Acesso a informação além da sala de aula	Aprendizado ativo, colaborativo e baseado em projetos	Aprendizado imersivo, interativo e personalizado
Conectividade	Limitada à sala de aula e à comunidade local	Acesso à internet, colaboração online	Conexão global e colaboração entre alunos	Conectividade global e aprendizado colaborativo
Habilidades	Ênfase no conhecimento e memorização	Habilidade de pesquisa e autogestão	Pensamento crítico, colaboração e solução de problemas	Pensamento crítico, resolução de problemas complexos e habilidades do século XXI
Aprendizagem ao longo da vida	Limitada à educação formal	Reconhecimento da importância da aprendizagem contínua	Ênfase da aprendizagem ao longo da vida	Aprendizado contínuo e adaptação às mudanças

Fonte: Lamattina (2023).

Pela análise do Quadro 1, a Educação 1.0 é descrita como um modelo tradicional, cujo professor é o centro e único transmissor de conhecimento. Dessa forma, o educando adota um papel passivo, recebendo informações de maneira unidirecional. As tecnologias nesse processo são restritas, e a aprendizagem acontece sobretudo por intermédio de palestras e aulas expositivas, com a utilização restrita de tecnologias, como livros e materiais impressos. Essa abordagem dá ênfase à memorização e ao domínio de conteúdos, com pouca atenção à autonomia do estudante ou à personalização do ensino.

Já na Educação 2.0, percebe-se que com o desenvolvimento das tecnologias digitais, existe um aumento na utilização de recursos como apresentações e vídeos. O docente ainda desempenha uma função central, entretanto o estudante começa a assumir maior autonomia, e a aprendizagem é ampliada para além da sala de aula, com acesso a informações *on-line*.

Com a chegada da Educação 3.0, existe uma valorização expressiva da personalização do aprendizado e do papel ativo do estudante na construção do seu próprio conhecimento. O professor age como orientador e apoiador, utilizando recursos tecnológicos mais avançados, como plataformas de inteligência artificial, realidade aumentada e virtual. A aprendizagem passa a ser baseada em projetos e voltada para o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho colaborativo.

Por fim, a Educação 4.0 oportuniza um aprendizado imersivo, interativo e personalizado, com grande destaque na colaboração e adaptabilidade. O professor opera como um tutor do conhecimento, e o educando é o promotor de seu próprio aprendizado. A conectividade global e o uso de tecnologias emergentes são atributos significativos desse modelo.

A transição da Educação 1.0, centrada na transmissão passiva de conhecimento, para a Educação 4.0, com ênfase na aprendizagem imersiva e personalizada, é extraordinária. A inserção de tecnologias disruptivas, como inteligência artificial, que é uma área da computação voltada para pesquisar e criar sistemas e programas capazes de imitar o modo como os seres humanos pensam e tomam decisões, executando desde tarefas simples até as mais elaboradas. Ela é geralmente identificada pela sigla IA, ou AI em inglês (artificial intelligence). De acordo com Russel e Norvig (2021), IA é uma área da ciência da computação que se concentra em criar sistemas que podem realizar tarefas que, normalmente, exigem inteligência humana para serem realizadas.

Além da IA, podem-se citar a realidade virtual (RV)/realidade aumentada (RA) e internet das coisas (IoT) que possuem a capacidade de gerar ambientes educacionais mais motivadores e interativos, que ultrapassam as barreiras físicas e geográficas das salas de aula tradicionais. Assim sendo, a RV na educação acompanha os avanços tecnológicos aplicados ao ensino, oferecendo aos alunos a chance de vivenciar ambientes tridimensionais simulados e interativos. Essa ferramenta integra novas metodologias de aprendizagem, voltadas a tornar o ensino mais eficiente e alinhado ao perfil atual dos estudantes. Com o uso de equipamentos como óculos e controles de RV, os alunos mergulham em experiências imersivas e dinâmicas, que possibilitam explorar conteúdos de maneira prática, simulando situações reais ou representando conceitos abstratos (Russel & Norvig, 2021; Lamattina, 2023).

A RA é uma tecnologia que adiciona elementos digitais, como imagens, sons e textos, ao ambiente real por meio de dispositivos como celulares, tablets ou óculos específicos. Ela combina o mundo físico com recursos virtuais criados por computador, oferecendo uma experiência interativa e envolvente, sem substituir totalmente a percepção do espaço real, diferentemente da realidade virtual (Russel & Norvig, 2021; Lamattina, 2023).

Já IoT, na educação, consiste em conectar dispositivos físicos, como sensores, tablets e computadores, à internet para coletar e compartilhar dados, visando melhorar o ensino e a aprendizagem. Essa tecnologia possibilita criar ambientes educacionais mais dinâmicos, personalizados e eficazes, permitindo tanto o monitoramento do desempenho dos alunos quanto a automatização de tarefas administrativas (Russel & Norvig, 2021; Lamattina, 2023).

Ademais, o Quadro 1 enfatiza a mudança da atribuição do professor, passando de um transmissor de conhecimento para um facilitador e orientador da aprendizagem. Dessa maneira, os educadores são impulsionados a assessorar os estudantes na busca por uma extensa quantidade de informações à disposição, aprimorando habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas, bem como colaboração.

Outra peculiaridade a ser enfocada é o destaque na aprendizagem ao longo da vida, admitindo que o conhecimento está em permanente evolução. Assim, a Educação 4.0 instiga os aprendizes a assumirem uma postura de aprendizado contínuo, adaptando-os às mudanças e atualizando suas habilidades ao longo de suas vidas profissionais e pessoais.

Esse desenvolvimento, que ocorreu desde a Educação 1.0 até a Educação 4.0, corrobora a transição de um ensino centrado no docente para um modelo mais colaborativo e adaptativo, engajado às exigências da sociedade moderna, assim como às possibilidades disponibilizadas pelas tecnologias digitais. Assim, o quadro salienta uma transição progressiva de um modelo centrado no docente para uma educação mais centrada no estudante, com maior integração tecnológica e ênfase no desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, como autonomia, criatividade, colaboração e adaptabilidade.

Visto que a revolução digital está remodelando o cenário educacional e trazendo novas oportunidades para o ensino e aprendizado, o papel estratégico da tecnologia na Educação 4.0 se torna ainda mais importante. Assim sendo, as tecnologias disruptivas, como inteligência artificial (IA), desempenham um papel fundamental na transformação da educação (Schwab, 2016).

A IA tem a capacidade de personalizar o ensino de forma significativa, podendo analisar dados sobre o desempenho e as preferências dos alunos com algoritmos de aprendizado de máquina, adaptando o conteúdo e as atividades de acordo com suas necessidades individuais. Assim, os educandos são capazes de desenvolver suas habilidades e superar desafios específicos, tendo uma experiência de aprendizado personalizada (Zawackirichter; Marín & Bond, 2019).

Entretanto, sabe-se que nas escolas públicas estaduais, em geral, há recursos bastante limitados, nas quais os docentes, na maioria das vezes, utilizam como material apenas livro ou apostila. Conforme Leite (2021), diversos recursos externos poderiam ser utilizados nas aulas de Química. Esses meios alternativos, tendo em vista o Ensino de Química, poderiam elevar o interesse pelo estudo dessa disciplina, tornando-a mais atrativa.

A Química caracteriza-se por seu caráter experimental, aliado a uma vertente teórica essencial para a compreensão dos fenômenos estudados. Assim sendo, as escolas, considerando o lado visual dessa disciplina, poderiam trabalhar por intermédio de aulas experimentais ministradas em ambientes apropriados. A experimentação favorece o entendimento dos estudantes acerca dos conteúdos trabalhados nessa disciplina, além de contribuir para o maior interesse dos aprendizes pelos estudos ao desenvolverem atividades mais lúdicas fora do padrão das salas de aula convencionais (Bueno et al., 2008).

No entanto, existem entraves no que tange à inserção da Educação 4.0 nas aulas de Química, e um dos mais relevantes está associado à fragilidade da infraestrutura tecnológica das nossas instituições de ensino público. Não existem laboratórios modernizados, as escolas possuem um limitado acesso à internet, existe escassez de equipamentos como computadores, projetores e kits experimentais o que prejudica consideravelmente a concretização de práticas pedagógicas inovadoras.

Outro obstáculo referente à implantação da Educação 4.0 nas aulas de Química é a formação inicial e continuada dos docentes os quais, em sua grande maioria, não foram capacitados com o intuito de empregar metodologias ativas tampouco recursos digitais no processo de ensino e de aprendizagem, o que ocasiona insegurança e resistência à adoção de práticas inovadoras. Aliado a isso, existe a carência de programas de formação continuada os quais vinculem conteúdos específicos da Química às novas exigências pedagógicas da Educação 4.0 (Leite, 2021; Bueno et al., 2008; Cataldi et al., 2012, Brasil, 2022).

Ademais, a insuficiência de materiais didáticos digitais de qualidade e próprios para o ensino de Química do mesmo modo representa um problema expressivo. Esses instrumentos, mesmo quando estão acessíveis, na maioria das vezes, não estão adequados à realidade dos estabelecimentos públicos de ensino ou às especificidades de cada região do Brasil, frustrando seu efetivo uso em sala de aula (Leite, 2021; Bueno et al., 2008; Cataldi et al., 2012, Brasil, 2022). Além disso, temos de lembrar de que o currículo escolar, via de regra, continua organizado de maneira tradicional, centrado demasiadamente na memorização de conteúdos e na visão expositiva. A Educação 4.0, em contrapartida, requer uma organização curricular mais flexível, interdisciplinar e voltada à resolução de problemas reais. Há, também, a dificuldade em conectar a Química ao dia a dia do aprendiz de forma interativa e contextualizada.

A aplicação de metodologias como aprendizagem baseada em projetos, sala de aula invertida e gamificação ainda é embrionária, limitando o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia dos estudantes (Bacich & Moran, 2018; Bottentuit Junior, 2019). Outrossim, a Educação 4.0 implica o desempenho ativo dos educandos na construção do conhecimento, demandando habilidades como autonomia, pensamento crítico e colaboração. Contudo, muitos estudantes ainda não estão aptos para essa nova atribuição, o que requer ações pedagógicas específicas que estimulem o envolvimento e a responsabilidade discente no processo educativo. Um empecilho a mais, que pode dificultar a introdução da Educação 4.0 nas aulas de Química, é a inexistência de políticas públicas consistentes direcionadas ao aperfeiçoamento educacional e à integração de tecnologias no ensino. Diversas escolas públicas não possuem autonomia administrativa e financeira para efetivar alterações consideráveis no que tange à mudança de metodologia, e a carência de suporte no campo gestor restringe as iniciativas pedagógicas canalizadas para a Educação 4.0 (Leite, 2021; Bueno et al., 2008; Cataldi et al., 2012, Brasil, 2022). Estudos revelam que Laboratórios de Ciências são poucos nas escolas públicas do Brasil e números do Censo Escolar de 2022, compilados pelo QEDu - plataforma de dados educacionais (Brasil, 2022) salientam que somente 9% desses estabelecimentos de ensino contam com esse tipo de espaço para que os estudantes realizem atividades práticas do componente curricular. Assim, muitos docentes têm de enfrentar essa dificuldade para possibilitar aos educandos realizarem investigações e experimentações fora de um laboratório, efetuando-as na sala de aula ou até mesmo no entorno da escola. Entretanto, quando a escola possui um laboratório, as adversidades de realização de um ensino prático nas aulas de Ciências e Química também estão relacionadas à preparação deficiente de professores, falta de equipamento e material para que as experimentações sejam realizadas.

Levando em consideração que a estrutura física de muitos laboratórios escolares é insatisfatória e não possui equipamentos e reagentes necessários para a execução de experimentos, a utilização de laboratórios virtuais pode ser uma alternativa mais econômica e que supre as necessidades didáticas (Hawkins & Phelps, 2013). Assim, os Laboratórios Virtuais de Química (LVQs) também são uma opção trazida pela Educação 4.0. Esses laboratórios são ambientes virtuais que possibilitam aos educandos efetivarem variadas simulações, transmitindo a prática de forma realista, inteligente, além de sofisticada. O uso do LVQ faz com que o aprendiz realize experimentos como se estivesse em um laboratório real (Cataldi et al., 2012).

De acordo com Cataldi et al. (2012), o emprego de LVQs pode permitir uma maior motivação dos educandos pela disciplina de Química por duas razões: I. os aprendizes sentem-se familiarizados com os ambientes tecnológicos; II. a capacidade de trabalhar com mais naturalidade com simuladores e ferramentas de software. É necessário, no entanto, que as escolas possuam Laboratórios de Informática equipados com computadores/Chromebooks, além de internet de qualidade para que ações inovadoras sejam realizadas.

Caminhos Metodológicos

Em um primeiro momento, diante da apropriação das perspectivas teóricas que fundamentam a presente pesquisa, durante o mês de julho de 2024, foi construído o primeiro questionário do tipo Google *forms* que, posteriormente, foi aplicado para as 260 escolas estaduais da cidade de Porto Alegre/RS. Obteve-se o retorno de 56 instituições, tendo sido o questionário respondido pelos membros da equipe diretiva e/ou coordenação pedagógica das respectivas instituições.

As perguntas aplicadas foram:

- 1 - A Internet da sua escola supre as necessidades administrativas e pedagógicas dos setores, professores e alunos?
- 2 - A Sala de Informática e/ou Chromebook da sua escola supre as necessidades pedagógicas dos professores e alunos?

3 - Pensando no número total do corpo docente da sua escola, quantos costumam utilizar Datashow e/ou a Sala de Informática/Chromebook frequentemente em suas aulas?

4 - O Laboratório de Ciências/Química da sua escola possui equipamentos e vidrarias de laboratório?

5 - Com que frequência os professores de Ciências/Química utilizam o laboratório de Química?

Em um segundo momento, após a análise dos dados deste primeiro questionário, durante o mês de março de 2025, foi construído o segundo questionário do tipo *Google forms* que, posteriormente, foi aplicado para professores de Química de escolas estaduais da cidade de Porto Alegre/RS. Como esse questionário foi enviado aleatoriamente via *WhatsApp*, não se sabe quantos professores receberam o mesmo, mas se obteve o retorno de oito docentes.

As perguntas aplicadas foram:

1 - Sobre a utilização da sala de Informática e/ou *Chromebook* da sua escola por você com seus alunos, assinale a alternativa que mais se encaixa com sua prática pedagógica: a) Utilizo quase todas as semanas; b) Utilizo todos os meses; c) Não costumo utilizar.

2 - Caso a resposta anterior seja letra C, qual(is) o (s) motivos(s): Obs.: Pode-se marcar mais de uma resposta: Falta de formação; Falta de equipamentos (computadores, internet ou laboratórios funcionando); Falta de apoio da escola/equipe pedagógica; Foco exclusivo na preparação para vestibulares, assim, o sistema educacional é excessivamente centrado em conteúdo; Sinto-me inseguro e resistente a disseminar a tecnologia na escola, por exemplo, por ter menos habilidade que os alunos; Outro(s).

3 - Caso a resposta anterior seja "Outro (s)", descreva:

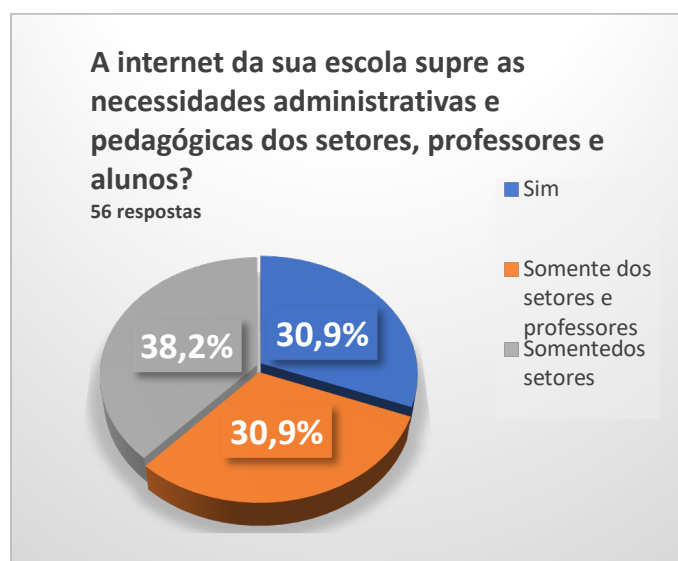
4 - Caso a resposta da questão 1 seja alternativa a ou b, para quais fins você costuma utilizar a sala de Informática e/ou *Chromebook* da sua escola? Descreva sua resposta.

As respostas foram analisadas qualitativamente. Parte da análise se deu por agrupamento de frequência de respostas e porcentagem, conforme Marsiglia (2007), na qual as respostas das escolas e professores foram analisadas e unidas em grupos de acordo com a semelhança entre as respostas dadas. Além disso, para melhor visualizá-las, a grande maioria das respostas foram transformadas em gráficos. Exceto os retornos das perguntas três e quatro, do segundo questionário, que foram descritivas.

O Futuro já Chegou às Escolas Estaduais de Porto Alegre/RS?

Nesta seção, descrevem-se e analisam-se os gráficos construídos a partir do retorno das cinco perguntas supracitadas na metodologia deste estudo, respondidas por 56 escolas estaduais de Porto Alegre.

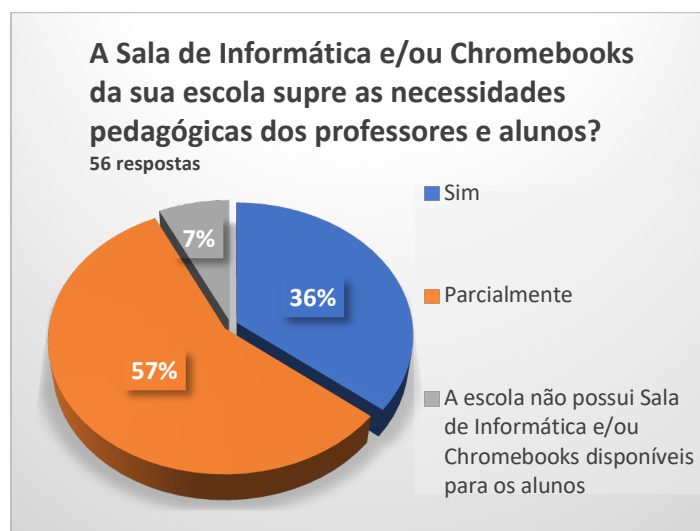
Pelas respostas obtidas, das 56 escolas respondentes (Figura 1), observa-se que apenas 30,9% dessas instituições de ensino fornecem suporte para que os educandos consigam acessar a Internet com objetivos pedagógicos. Dessa forma, sem acesso à Internet de qualidade há uma dificuldade na utilização plena das ferramentas digitais, perdendo o educando as diversas vantagens que a tecnologia oferece. Dentre elas, propiciar um aprendizado mais dinâmico, acessível e personalizado, possibilitando aos aprendizes explorarem conceitos de uma maneira participativa e comprometida. Ademais, instrumentos digitais trazem a possibilidade de aumentar o acesso a recursos educacionais, viabilizando que discentes e docentes analisem informações que vão além dos muros da escola (Martines, 2018; Melo & Oliveira, 2019).

Figura 1: Internet nas Escolas Estaduais de Porto Alegre/RS

Fonte: Os autores com base nos dados obtidos (2024).

O que chama a atenção na Figura 2 é que das instituições de ensino respondentes somente 36% afirmam que a Sala de Informática e/ou Chromebooks possuem condições de complementar as demandas dos docentes e discentes. Assim sendo, percebemos que a falta de equipamentos digitais vai de encontro ao que apregoa a Educação 4.0, a qual ressalta uma educação mais personalizada, evitando que os conteúdos a serem ministrados sejam repassados aos educandos de maneira engessada, de forma que os aprendizes tenham de simplesmente memorizar fórmulas e conceitos. A utilização das ferramentas digitais em uma Sala de Informática adequada e bem equipada tem a capacidade de desenvolver habilidades cognitivas e motoras, além de pontos como raciocínio lógico, resolução de problemas e criatividade (Martines, 2018; Melo & Oliveira, 2019).

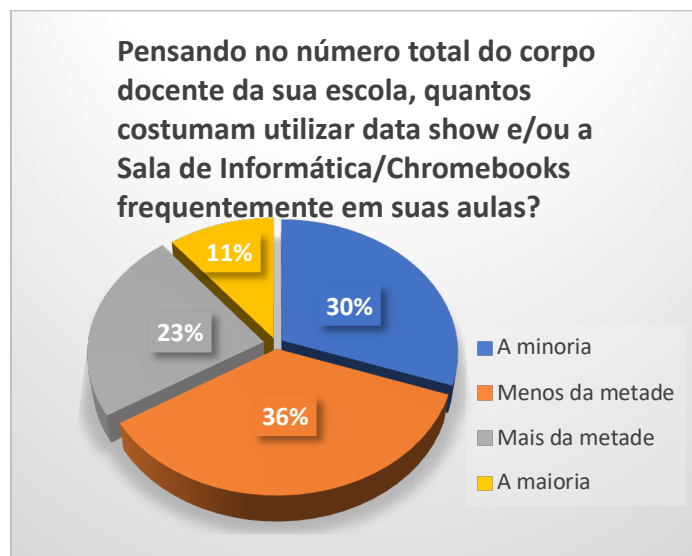
Com o uso criterioso da Sala de Informática na educação, com docentes bem-preparados para essa utilização, torna-se viável ao professor e à escola impulsionar o processo de ensino-aprendizagem, tendo como meta buscar aulas mais criativas, mais motivadoras e que estimulem os educandos à curiosidade e à vontade de aprender, de conhecer, de realizar experimentações.

Figura 2: Sala de Informática e/ou Chromebook nas Escolas Estaduais de Porto Alegre/RS

Fonte: Os autores com base nos dados obtidos (2024).

Relacionado com a Figura 3, salienta-se que os 30% das escolas que dizem que a minoria dos docentes faz uso da Sala de Informática ou Chromebooks, ou seja, quase um terço das instituições afirma que poucos professores fazem uso dessas ferramentas digitais. Além das questões discutidas nos dois gráficos anteriores, o acesso à Internet e as condições das Salas de Informática, traz-se à baila a formação dos professores para a utilização dessas salas e seus equipamentos (Maldaner, 2006). Assim sendo, para que se busquem bons resultados no emprego dos recursos tecnológicos é premente a qualificação docente, sobretudo para o desenvolvimento de competências digitais dos discentes.

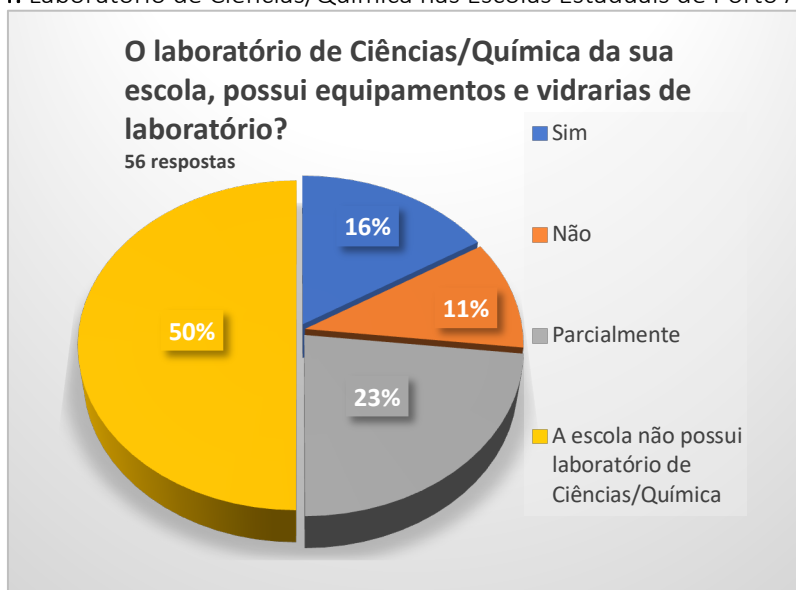
Figura 3: Frequência de utilização da Sala de Informática e/ou Chromebook nas Escolas Estaduais de Porto Alegre/RS



Fonte: Os autores com base nos dados obtidos (2024).

A Figura 4 revela que 50% das escolas que responderam à pesquisa não possuem laboratório de Ciências/Química e, quando existem, apenas 16% desses laboratórios possuem equipamentos e vidrarias de laboratório.

Figura 4: Laboratório de Ciências/Química nas Escolas Estaduais de Porto Alegre/RS



Fonte: Os autores com base nos dados obtidos (2024).

Sabe-se que uma forma de suplantar as aulas tradicionais de quadro e giz é a utilização de laboratórios de ensino (Bueno et al., 2008). Entretanto, para que isso ocorra há a necessidade de laboratórios e verbas para despesas com a sua manutenção. Além disso, deve haver o emprego de metodologias adequadas e o estabelecimento de novas relações entre educandos e educadores. Da mesma forma, volta-se à questão da capacitação para os docentes (Maldaner, 2006).

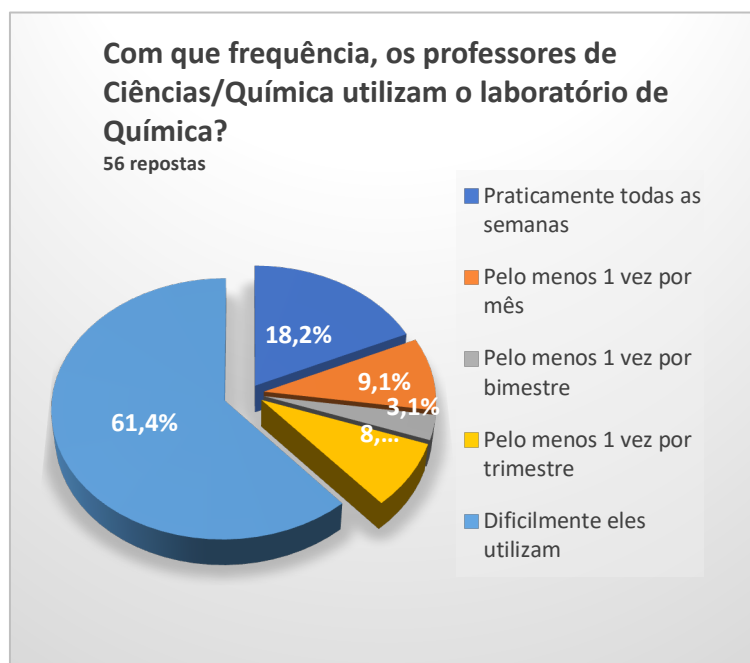
Entende-se que a existência e a manutenção dos laboratórios de Ciências/Química nas escolas são bastante representativas, caracterizando o local que tornará o ensino e a aprendizagem mais dinâmicos e significativos (Bueno et al., 2008). Dessa forma, acredita-se que laboratórios bem equipados estimulam a construção de conhecimentos e desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas e motoras dos aprendizes, colaborando, da mesma forma, para uma prática docente motivadora, reflexiva e autônoma (Bueno et al., 2008).

Na falta desses locais de aprendizagem, existem os Laboratórios Virtuais de Química (LQVs), uma solução oferecida pela Educação 4.0 (Cataldi et al., 2012; Hawkins & Phelps, 2013). Esses laboratórios oportunizam aos educandos experimentos em um ambiente *on-line*, examinando conceitos e teorias por meio do uso de ferramentas digitais, como representações gráficas, animações, imagens em 3D e em movimento, simulações. Além disso, oportunizam aos alunos experienciarem técnicas e se ambientarem com equipamentos sem a necessidade de entrarem em um laboratório físico.

Entretanto, devido à falta de recursos, se a escola não possui um Laboratório de Informática com equipamentos adequados e Internet de qualidade, torna-se muito difícil trabalhar com Laboratórios Virtuais. Além disso, a falta de conhecimentos tecnológicos dos alunos e professores também dificulta o uso dos Laboratórios Virtuais durante as aulas.

Os dados da Figura 5 apontam que 61,4% das instituições de ensino estadual de Porto Alegre analisadas indicam que seus docentes dificilmente utilizam o Laboratório de Ciência/Química.

Figura 5: Frequência de utilização Laboratório de Química nas Escolas Estaduais de Porto Alegre



Fonte: Os autores com base nos dados obtidos (2024).

Nesse contexto, é necessário que o professor inove suas metodologias de ensino, com o intuito de obter uma melhor interação entre docente/discente, almejando um ensino significativo para o educando. Assim, por todo o estudo e os dados aqui analisados, entende-se que uma das formas de se tentar efetivar metodologias inovadoras é com a utilização das TICs, que são

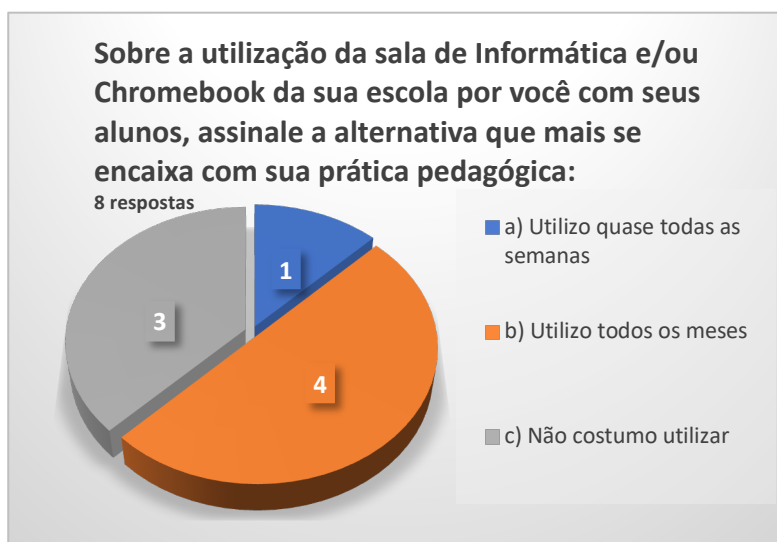
elementos relevantes para que haja desenvolvimento pessoal e profissional do ser humano. Sua inclusão na escola diminui o risco da discriminação social e cultural, podendo agir como coadjuvante para a renovação da prática pedagógica (Martines, 2018; Melo & Oliveira, 2019). Assim sendo, entende-se que o emprego de TIC como instrumento para a inovação no processo de ensino e aprendizagem, pode torná-lo mais dinâmico, fazendo com que os estudantes sejam mais autônomos, críticos e reflexivos.

Educação 4.0 no Ensino de Química

Nesta seção, descrevem-se e analisam-se os gráficos construídos e as respostas descritas a partir do retorno das quatro indagações respondidas por oito professores de Química de escolas estaduais da cidade de Porto Alegre.

Pelas respostas obtidas na questão um, dos oito docentes de Química respondentes das instituições (Figura 6), observa-se que cinco deles utilizam, de algum modo, a Sala de Informática e/ou os chromebooks. Contudo, somente um faz uso com frequência semanal. Leva-se a crer que essa constatação evidencia uma certa relevância ou percepção de finalidade desses recursos, no entanto ainda não são agregados com regularidade nas práticas pedagógicas.

Figura 6: Frequência de utilização da Sala de Informática e/ou Chromebook pelos professores de Química das Escolas Estaduais de Porto Alegre/RS



Fonte: Os autores com base nos dados obtidos (2025).

A verificação de que somente um professor utiliza quase todas as semanas salienta que o uso habitual dessas tecnologias até o momento não é uma realidade comum. Isso pode indicar restrições estruturais, pedagógicas ou falta de formação específica dos docentes para a inclusão dessas tecnologias nas aulas de Química.

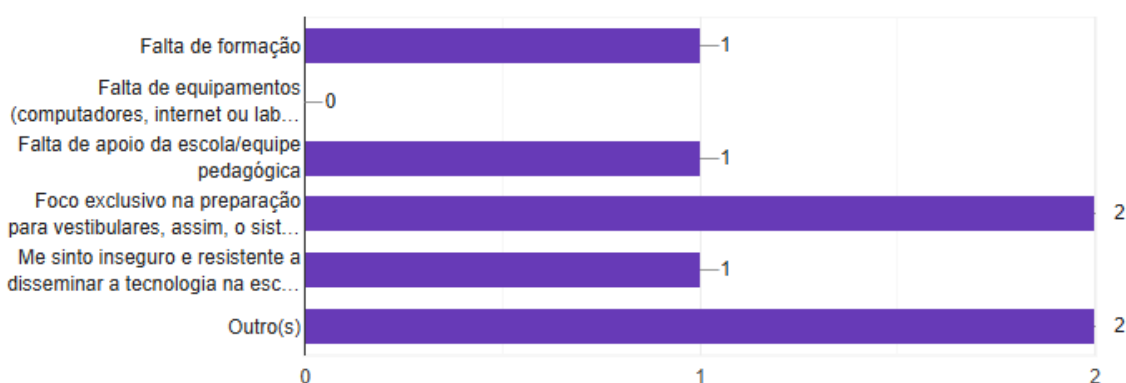
Os três docentes que afirmaram que não costumam utilizar a Sala de Informática e/ou Chromebooks demonstra uma parcela expressiva dos respondentes, que não têm o hábito de usar ferramentas digitais em suas aulas. Essa questão pode estar associada a inúmeras razões, quais sejam: falta de familiaridade com os recursos, ausência de apoio técnico, limitações de tempo para planejamento, ou mesmo uma visão pedagógica que não valoriza tanto o emprego dessas ferramentas. Cabe destacar que essas razões serão discutidas na questão posterior.

Levando em conta que mais da metade dos docentes pesquisados empregam ao menos mensalmente as ferramentas digitais em questão, há um potencial de ampliação do uso, desde que sejam disponibilizadas condições apropriadas, tais como: formação continuada, infraestrutura adequada e suporte pedagógico. Isso viabilizaria que os educandos

experienciassem os conceitos teóricos, desenvolvessem habilidades práticas e compreendessem a Química de uma maneira mais concreta. Num ambiente assim, os aprendizes são capacitados para enfrentar os desafios do século XXI, como pensamento crítico, resolução de problemas complexos e colaboração global.

Pela análise da Figura 7, é possível traçar um diagnóstico acerca dos desafios da implementação da Educação 4.0 no âmbito escolar nas escolas públicas da cidade de Porto Alegre. Assim sendo, nota-se, pelo exame da Figura 7, que há barreiras estruturais e institucionais que impossibilitam o emprego da Educação 4.0 nas aulas de Química. Uma delas é a falta de apoio da equipe diretiva e da escola, assinalada duas vezes, que mostra uma dificuldade organizacional significativa. A Educação 4.0 exige uma gestão escolar comprometida com a inovação, que estimule, apoie e crie condições para o emprego de tecnologias de maneira pedagógica.

Figura 7: Motivos pelos quais os professores de Química das Escolas Estaduais de Porto Alegre/RS não utilizam a Sala de Informática e/ou Chromebook



Fonte: Os autores com base nos dados obtidos (2025).

Outro empecilho consiste na falta de formação docente, uma vez que a Educação 4.0 requer professores os quais possuam domínio não só técnico, como também pedagógico das tecnologias. A inexistência de formação continuada limita a adoção de metodologias ativas, assim como de recursos digitais.

Dois docentes salientaram que o foco de suas aulas ainda está canalizado estritamente para a preparação para vestibulares, retratando um modelo educacional focalizado em conteúdo e não em competências. Isso contraria os princípios da Educação 4.0, que valoriza criatividade, pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas.

A insegurança ou resistência assinalada por um professor, ao constatar que os aprendizes possuem mais habilidade tecnológica do que ele, aponta uma falta de confiança e a necessidade de repensar a função do docente como mediador e não mais como o detentor exclusivo do saber. Essa questão é primordial para a Educação 4.0, que preconiza uma aprendizagem mais horizontal e colaborativa.

A questão três, do questionário aplicado para os professores de Química do Ensino Médio estadual de Porto Alegre, solicitava que o docente descrevesse sua resposta, caso o retorno da pergunta anterior fosse "outro(s)" motivo(s) para não utilização da sala de informática e/ou Chromebook. Um professor respondeu: *"O principal motivo para utilização apenas eventual é por conta da logística. Poucos períodos, muita procura, sem monitores para a sala de informática. A escola até tem os computadores, mas meu uso é somente para postagens de materiais via Google Classroom"* (Professor Estadual de Química de Porto Alegre, 2025).

A pergunta quatro, do questionário em questão, indagava, caso a resposta da questão um fosse alternativa a ou b, para quais fins o docente de Química costumava utilizar a Sala de Informática

e/ou *Chromebook* da sua escola. Obtiveram-se quatro retornos, sendo a “pesquisa” como um dos fins dessa utilização, como se percebe nos exemplos a seguir:

“Para pesquisas bibliográficas e aulas inovadoras”; “Para realização de trabalhos de pesquisa, busca bibliográfica, criação de apresentações, consultas de material da aula teórica, exercícios, criação de planilhas. A atividades deve estar relacionada ao ano série dos alunos”; “Eu acredito que o uso dos Chromebooks favorece metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos e a sala de aula invertida, estimulando a autonomia dos estudantes na busca pelo conhecimento. Eles também possibilitam a realização de pesquisas em tempo real, facilitando a construção do pensamento crítico e a verificação de informações. Também acho favorece a colaboração entre os alunos, já que as ferramentas digitais permitem a produção compartilhada de documentos, promovendo o trabalho em equipe” (Professores Estaduais de Química de Porto Alegre, 2025).

O emprego da Educação 4.0 é importante devido ao fato de ser uma alternativa aos métodos tradicionais de ensino que, em geral, seguem um padrão e não levam em conta as diferenças individuais de cada educando em relação ao seu aprendizado. Ela oportuniza um enfoque o qual tem o aprendiz como centro, instigando a autonomia, a colaboração e a resolução de problemas. Ademais, a tecnologia, que está presente na Educação 4.0, é aplicada como um instrumento facilitador, viabilizando alcance a um variado encadeamento de meios educacionais, o que oportuniza o desenvolvimento de experiências de aprendizado com o objetivo de atrair os estudantes e fazer com que eles interajam mais.

Outro fator relevante que se deve sinalizar, no que tange à Educação 4.0, é a construção de habilidades do século XXI, quais sejam: pensamento crítico, criatividade, resolução de problemas, comunicação eficaz e colaboração. Essa abordagem admite que as habilidades citadas são fundamentais para o sucesso em um mundo cada vez mais digital e globalizado.

Além disso, dois desses educadores descreveram e/ou exemplificaram sobre a importância de “metodologias ativas” e “aula inovadoras” na Educação 4.0. Os apontamentos desses docentes convergem com os princípios da Educação 4.0 que está baseada em tecnologias da Indústria 4.0 e metodologias ativas, como: Ensino Híbrido, Aprendizagem Baseada em Projetos ou Problemas, Sala de Aula Invertida, aulas gamificadas etc.

Ainda analisando as respostas da questão quatro, um professor acredita que a utilização de jogos e vídeos, na Educação 4.0, é capaz de contribuir no “processo da aprendizagem”:

Na 1, respondi "todos os meses", mas costumo utilizar de 45 em 45 dias, depende dos objetos de conhecimento que estamos estudando no momento. Os fins que uso são para melhor interação entre o aluno e a tecnologia, muitos possuem dificuldades em manusear. Além disso, utilizo sites com jogos e vídeos. Com isso, o lúdico encontra a informática e contribuiu no processo da aprendizagem (Professor Estadual de Química de Porto Alegre, 2025).

Um dos benefícios da Educação 4.0 é construir um conjunto de conteúdos os quais estejam contextualizados com a realidade e o momento dos alunos. Dessa maneira, os docentes podem criar aulas mais atrativas, com ferramentas que possibilitem aos educandos aprenderem de forma mais lúdica e participativa, a exemplo dos jogos eletrônicos, da gamificação. No entanto, a gamificação na educação não está atrelada puramente a adicionar elementos de jogos em atividades de sala de aula, mas sim a construir experiências de aprendizagem envolventes, motivadoras e personalizadas (Bottentuit Junior, 2019).

Assim sendo, a realidade virtual e a realidade aumentada trazem diversas oportunidades para a educação, viabilizando que os aprendizes vivam experiências imersivas e interativas. Tendo em vista essas tecnologias, pode-se realizar explorações no que diz respeito a simulações e ambientes virtuais que anteriormente não se poderia concretizar. Como forma de exemplificar,

citam-se educandos os quais podem visitar locais históricos, praticar experimentos científicos e, inclusive, viajar para o espaço, com a vantagem de não sair da sala de aula. Isso aumenta o comprometimento dos estudantes e torna o aprendizado mais palpável e memorável (Merchant et al., 2014).

Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo responder à seguinte questão de pesquisa: a Educação 4.0 já chegou às escolas estaduais de Porto Alegre e no Ensino de Química?

Pelas respostas obtidas, no primeiro questionário, das 56 escolas respondentes das instituições estaduais da cidade de Porto Alegre, observa-se que apenas 30,9% delas fornecem suporte para que os educandos consigam acessar a Internet com objetivos pedagógicos; somente 36% afirmam que a Sala de Informática e/ou Chromebooks possuem condições de complementar as demandas dos docentes e discentes; 30% dizem que a minoria dos docentes fazem uso da Sala de Informática ou Chromebooks; 50% das escolas pesquisadas não possuem laboratório de Ciências/Química e, quando existem, apenas 16% desses laboratórios possuem equipamentos e vidrarias e 61,4% das instituições de ensino estadual de Porto Alegre analisadas indicam que seus docentes dificilmente utilizam o Laboratório de Ciência/Química, ou seja, mais da metade das escolas analisadas.

Ademais, por intermédio das respostas obtidas no segundo questionário, na questão um, dos oito docentes de Química respondentes das instituições públicas estaduais da cidade de Porto Alegre, constata-se que cinco fazem uso, de alguma forma, da Sala de Informática e/ou dos Chromebooks. Não obstante, apenas um utiliza com frequência semanal. Outros quatro usam em torno de uma vez por mês. Os outros três educadores, que declararam que não costumam utilizar a Sala de Informática e/ou Chromebooks, revelam uma parcela expressiva dos respondentes que não possuem o hábito de usar ferramentas digitais em suas aulas.

Diante desse quadro, urge que mudanças sejam realizadas nas escolas estaduais de Porto Alegre-RS para que os professores possam utilizar a Educação 4.0 como forma desenvolver uma educação de qualidade exigida pelo século XXI, tendo em vista as transformações trazidas pela Indústria 4.0 e, conseqüentemente, pela Educação 4.0.

Assim sendo, é imprescindível que se incluam nas escolas a formação docente, o saber midiático, o qual representa o conjunto de conceitos, habilidades e ferramentas tecnológicas de que o professor precisará utilizar-se com o objetivo de apresentar uma nova postura pedagógica, tendo em vista as exigências da Educação 4.0. Além da formação dos professores, faz-se necessário que as instituições de ensino possuam acesso à Internet, computadores, *Chromebooks* para que os educandos possam usufruir dessa tecnologia para fins de ensino e aprendizagem e como suporte para a concretização de aulas, utilizando Laboratórios Virtuais. Nesse contexto, também não se pode esquecer a frequente falta de energia elétrica em algumas instituições escolares que atrapalha o bom desenvolvimento de ações pedagógicas. Outrossim, laboratórios de Ciências e Química apresentam, em geral, nas escolas públicas, falta de materiais, de equipamentos, a preservação é precária, faltando reagentes para a efetivação de experimentações. Dessa forma, essas carências devem ser supridas para que se tenha um ensino de qualidade nessas instituições de ensino.

Desse modo, a Educação 4.0 representa uma relevante mudança na forma como se ensina e se aprende, exigindo o emprego de tecnologias digitais, metodologias ativas e a formação contínua de docentes. Porém, ao se examinar a realidade das escolas estaduais de Porto Alegre-RS, nota-se um grande desafio para a concretização dessa proposta. A falta de laboratórios adequados, a infraestrutura ultrapassada e a ausência de capacitação docente complexificam a adoção de práticas pedagógicas engajadas às exigências do século XXI. Para que a Educação 4.0 se torne uma realidade palpável e inclusiva, é primordial que exista investimento público estadual, políticas educacionais eficazes e valorização docente. Apenas com mudanças estruturais na

educação será possível garantir aos estudantes uma formação que os prepare verdadeiramente para os desafios e oportunidades do mundo contemporâneo.

Referências

- Bacich, L., & Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso.
- Bottentuit Junior, J. B. (2019). Sala de Aula Invertida: recomendações e tecnologias digitais para sua implementação na educação. *Novas Tecnologias na Educação*, 17 (2), 11–21
- Brasil. (2018). *Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC.
- Brasil. (2022). *Plataforma de dados educacionais (QEdu)*. Disponível em: <<https://qedu.org.br/brasil>>. Acessado em: 24 de set. 2024.
- Bueno, L. et al. (2008). *O ensino de química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas*. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, p. 34.
- Cataldl, Z., Dominighini, C., Chiarenza, D., & Lage, F. J. (2012). TICs en la enseñanza de la química: Propuesta de evaluación de laboratorios virtuales de química (LVQs). *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología de la Educación*, 7, 50-59.
- Figueiredo, M., Paz, T., & Junqueira, E. (2015). Gamificação e educação: um estado da arte das pesquisas realizadas no Brasil. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação.
- Fisk, P. (2017). Education 4.0 ... the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life. *Global futurist*. Disponível em: <<https://www.peterfisk.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>>. Acessado em: 03 de out. 2024.
- Hawkins, I., & Phelps, A. J. (2013). Virtual laboratory vs. traditional laboratory: which is more effective for teaching electrochemistry? *Chemistry Education Research and Practice, Royal Society of Chemistry*, 14 (4), 516–523.
- Lamattina, A. A. (2023). *Educação 4.0 [livro eletrônico]: transformando o ensino na era digital*. Formiga, MG : Editora Union.
- Leite, B. S. (2021). Pesquisas sobre as tecnologias digitais no ensino de química. *Debates em Educação*, 13 (2), 244–269.
- Maldaner, O. A. (2006). *A formação inicial e continuada de professores de química: professor/pesquisador*. Ijuí: Unijuí.
- Marsiglia, R. M. G. (2007). Orientações básicas para a pesquisa. In: Mota, A. E. [et al]. *Serviço Social e Saúde: formação e trabalho profissional*. São Paulo: OPAS, OMS, Ministério da Saúde.
- Martines, R. S., Medeiros, L. M., Silva, J. P. M., & Camillo, C. M. (2018). *O uso das TICs como recurso pedagógico em sala de aula*. CIET: EnPED.
- Melo, M. S. S., & Oliveira, E. A. A. (2009). Educação a Distância: Desafios da modalidade para uma Educação 4.0. *Revista Interdisciplinar de Tecnologias e Educação*, 5 (1), 15-33.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., & Keeney-Kennicut, W. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach*. Londres: Pearson.

Silva, E. C., Viana, H. B., & De Vilela, G. B. (2020). Active methodologies in a professional technical school. *Revista Portuguesa de Educação*, 33 (1), 158-173.

Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro.

Zawackirichter, O., Marín, V.I., & Bond, M. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?. *Int J Educ Technol High Educ*, 16 (39), 1-20.