



Revista Científica da Universidade Púnguè

APRENDIZAGEM ONLINE BASEADA EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

João Armando Guiraze

Universidade Pungue, Moçambique

E-mail: jnguiraze@gmail.com

RESUMO

Este artigo científico tem como tema a aprendizagem online baseada em inteligência artificial. A inteligência artificial aplicada à educação tem como objetivo o ensino personalizado, e sua maior aplicação são na mudança da forma como as pessoas aprendem. A IA tem sido utilizada em ambientes virtuais de aprendizagem e no ensino a distância, confiantes para a eficiência do processo de ensino e aprendizado. A IA tem sido aplicada em ambientes virtuais de aprendizagem e no ensino a distância, confiante para a eficácia do processo de ensino e aprendizagem online. Esse estudo buscou responder a seguinte indagação: Qual é o impacto da utilização da inteligência artificial quando aplicado como uma ferramenta de aprendizagem online? A presente pesquisa buscou investigar o papel da inteligência artificial na melhoria e eficiência do processo de ensino e aprendizagem online, no engajamento dos alunos. Tem com objetivo de explorar as principais contribuições da IA para a aprendizagem online e discutir como a IA pode transformar a forma como as pessoas aprendem. A metodologia utilizada foi a pesquisa descritiva através da técnica de levantamento bibliográfico dos principais autores e estudiosos sobre o tema em questão, além de informações resgatadas em websites e artigos. Constatou-se que a Inteligência Artificial tem sido aplicada em ambientes virtuais de aprendizagem e no ensino a distância, confiante para a eficácia do processo de ensino e aprendizagem. As contribuições dos recursos baseados em inteligência artificial e do ensino híbrido para a aprendizagem a distância têm sido experimentadas, e a IA tem sido utilizada para resolver problemas clássicos da educação a distância. A IA tem influenciado o ensino e a aprendizagem, e tem sido utilizada para simular processos mentais.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial, Aprendizado online, Recursos baseados em IA, desafios éticos.

ONLINE LEARNING BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

ABSTRACT

This scientific article is about online learning based on artificial intelligence. Artificial intelligence applied to education aims at personalized teaching, and its greatest application is in changing the way people learn. AI has been used in virtual learning environments and distance learning, confident for the efficiency of the teaching and learning process. AI has been applied in virtual learning environments and distance learning, confident for the effectiveness of the online teaching and learning process. This study sought to answer the following question: What is the impact of using artificial intelligence when applied as an online learning tool? The present research sought to investigate the role of artificial intelligence in the improvement and efficiency of the online teaching and learning process, in student engagement. It aims to explore the main contributions of AI to online learning and discuss how AI can transform the way people learn. The methodology used was descriptive research through the bibliographic survey technique of the main authors and scholars on the subject in question, in addition to information retrieved from websites and articles. It was found



Revista Científica da Universidade Punguè

that Artificial Intelligence has been applied in virtual learning environments and in distance learning, confident for the effectiveness of the teaching and learning process. The contributions of resources based on artificial intelligence and blended learning to distance learning have been experienced, and AI has been used to solve classic distance education problems. AI has influenced teaching and learning, and has been used to simulate mental processes.

KEYWORDS: Artificial Intelligence, Online learning, AI-based resources, ethical challenges.

1. Introdução

A aprendizagem online baseada em inteligência artificial (IA) tem se mostrado uma área promissora na educação. A IA pode ser utilizada para personalizar o ensino, melhorar a eficiência do processo de ensino e aprendizagem, criar sistemas de aprendizagem adaptativa, identificar padrões de aprendizagem e aumentar o engajamento dos alunos.

A busca pela melhoria do processo de ensino e aprendizagem tem sido uma preocupação constante na área da educação. Afinal, proporcionar uma educação de qualidade, adaptada às necessidades individuais dos estudantes, é essencial para o desenvolvimento intelectual e o sucesso acadêmico.

Estudos têm sido realizados para avaliar as contribuições dos recursos em IA e do ensino híbrido para a aprendizagem online. A IA tem sido aplicada em ambientes virtuais de aprendizagem e no ensino a distância, confiante para a eficácia do processo de ensino e aprendizagem.

Este artigo científico tem como objetivo explorar as principais contribuições da IA para a aprendizagem online e discutir como a IA pode transformar a forma como as pessoas aprendem. Serão atendidos como ensino personalizado, aprendizagem adaptativa, recursos baseados em IA, ensino híbrido, tutores virtuais, eficiência do processo de ensino e aprendizagem, identificação de padrões de aprendizagem e engajamento dos alunos. A literatura apresenta uma série de possibilidades relacionadas à utilização dos recursos de IA, tanto na aprendizagem híbrida quanto online, incluindo esses recursos a simulação de processos imaginados, como a aprendizagem humana e emoções humanas.

Acredita-se que, ao aproveitar o poder analítico da IA, podemos avançar significativamente na construção de um sistema educacional mais inclusivo, personalizado e eficiente. A utilização da IA no processo de ensino e aprendizagem online baseada representa uma oportunidade única de promover a igualdade de acesso ao conhecimento e potencializar o desenvolvimento intelectual de cada estudante, permitindo que todos possam alcançar seu pleno potencial educacional.



Revista Científica da Universidade Púnguè

2. Revisão da Literatura

2.1. Definições e conceitos-chave de aprendizagem online e inteligência artificial.

Para Américo N. Amorim e Dra. Lúcia Cerqueira, Em um artigo intitulado "Diferenças entre o aprendizado online e o ensino remoto de emergência", os autores discutem as diferenças entre o aprendizado online e o ensino remoto de emergência, destacando a importância de planejar o processo de ensino e aprendizagem online com qualidade.

Os autores enfatizam a necessidade de compreender as particularidades do aprendizado online e de se preparar para oferecer um ensino de qualidade nesse formato, Contribuindo de forma importante para a compreensão das diferenças entre o aprendizado online e outras formas de ensino remoto.

Araújo e Queiroz, Em um estudo sobre aprendizagem colaborativa na educação a distância online, os autores caracterizam a aprendizagem colaborativa como uma estratégia de ensino-aprendizagem. Aprendizagem baseada em projetos: essa abordagem envolve a realização de projetos práticos pelos alunos, que podem ser individuais ou em grupo, com o objetivo de aplicar o conhecimento adquirido em situações reais.

- ✓ Aprendizagem adaptativa: essa abordagem envolve a criação de sistemas de aprendizagem que se ajustam automaticamente às necessidades dos alunos, fornecendo conteúdo e atividades personalizadas.
- ✓ Inteligência artificial: a capacidade das máquinas de "pensarem" como seres humanos, ou seja, aprender, evoluir, identificar e determinar caminhos para seguir, de forma lógica, e mediante determinadas situações.
- ✓ Aprendizagem online: a aprendizagem que ocorre em um ambiente virtual, em que o aluno pode acessar o conteúdo de qualquer lugar e a qualquer momento, utilizando recursos tecnológicos.
- ✓ Ensino personalizado: a adaptação do ensino às necessidades individuais de cada aluno, levando em consideração seu ritmo de aprendizagem e estilo de aprendizagem.
- ✓ Aprendizagem adaptativa: a criação de sistemas de aprendizagem que se ajustam automaticamente às necessidades dos alunos.



Revista Científica da Universidade Púnguè

- ✓ Tutores virtuais: programas de computador que fornecem feedback imediato e personalizado aos alunos.
- ✓ Ensino híbrido: a combinação de ensino presencial e online, potencializada pela IA, criando um ambiente de aprendizagem mais eficiente e personalizado.

Cada abordagem tem suas próprias características e benefícios, e a escolha do tipo de aprendizagem a ser utilizada dependerá dos objetivos educacionais e das necessidades dos alunos.

Para o Clue Labs (2021) fala sobre o papel dos tutores virtuais potencializados por IA na melhoria das experiências de e-learning, destaca-se aqui a importância dos tutores virtuais na personalização da aprendizagem e na melhoria da experiência do aluno.

Clue Labs enfatiza o papel dos tutores virtuais potencializados por IA na melhoria das experiências de e-learning. Destacando a importância dos tutores virtuais na personalização da aprendizagem e na melhoria da experiência do aluno. Contribuiu bastante para a compreensão do papel da IA na educação online e como ela pode ser utilizada para melhorar a experiência do aluno.

Pearson Higher Education (2022), a empresa destaca a importância da IA na personalização da educação, na automatização de processos repetitivos e na geração de novas dinâmicas de interação entre seres humanos e tecnologias de informação e comunicação.

Esses autores criaram para a compreensão dos modelos pedagógicos que podem ser usados em conjunto com a inteligência artificial na aprendizagem online, fornecendo insights sobre como planejar e implementar estratégias eficazes nesse contexto.

Como a inteligência artificial pode ser aplicada no currículo escolar, de acordo com a literatura, alguns modelos pedagógicos que podem ser utilizados em conjunto com uma inteligência artificial na aprendizagem online são:

- ✓ Aprendizagem colaborativa: essa abordagem envolve a colaboração entre os alunos, que trabalham juntos para alcançar um objetivo comum. A IA pode ser utilizada para fornecer feedback personalizado e adaptado o conteúdo de acordo com as necessidades de cada aluno.
- ✓ Sistemas Tutores Inteligentes (STI): São sistemas que utilizam IA para fornecer suporte individualizado aos alunos, oferecendo feedback personalizado e adaptando o conteúdo de acordo com as necessidades de cada aluno.
- ✓ Gamificação: A gamificação é uma abordagem que utiliza elementos de jogos para engajar os alunos e tornar a aprendizagem mais divertida e interativa. A IA pode ser aplicada para



Revista Científica da Universidade Púnguè

personalizar a experiência de jogo de acordo com o desempenho e as habilidades de cada aluno.

- ✓ **Análise de dados e aprendizagem analítica:** A IA pode ser usada para analisar grandes volumes de dados gerados pelos alunos durante o processo de aprendizagem online. Essa análise de dados pode fornecer insights valiosos sobre o desempenho dos alunos, identificar padrões de aprendizagem e ajudar os educadores a tomar decisões controladas.

Cada um deles oferece oportunidades únicas para melhorar a experiência de aprendizagem online, tornando-a mais personalizada, interativa e eficaz.

2.2. Aplicações de Inteligência Artificial na Aprendizagem Online

A IA é usada para personalizar a experiência de aprendizagem, adaptando o conteúdo, ritmo e avaliações de acordo com as necessidades individuais dos alunos.

Discussão sobre como os algoritmos de IA podem identificar lacunas de conhecimento e sugerir atividades relevantes para preenchê-las.

Para Américo N. Amorim e Lúcia Cerqueira em seu artigo "Educação online e as implicações da inteligência artificial", os autores propõem uma pedagogia da Aprendizagem Colaborativa Online que permite o desenvolvimento de uma aprendizagem mais personalizada e adaptativa.

Universidade Federal de Pelotas, em um artigo sobre a inteligência artificial e o processo educacional na era do chatGPT, os autores exploram como a IA pode melhorar a personalização da aprendizagem e o processo educacional.

Segundo Horvitz, a IA pode personalizar a educação, adaptando o conteúdo e a metodologia de ensino às necessidades e estilos de aprendizagem individuais dos alunos, potenciando assim feedback imediato e personalizado aos alunos, permitindo-lhes melhorar continuamente e identificar áreas de dificuldade.

Kurt VanLehn afirma que: "A IA na educação pode analisar grandes volumes de dados de desempenho dos alunos para identificar padrões de aprendizagem e criar estratégias de ensino mais eficazes."

Das abordagens feitas com os diversos autores, a aprendizagem online enriquecida pela IA pode criar uma experiência de ensino mais envolvente, interativa e adaptativa, aumentando a retenção do conhecimento. Criando um ambiente de aprendizagem colaborativa mais eficazes, onde os alunos podem se envolver em projetos interdisciplinares e compartilhar conhecimento.



2.3. Tecnologias e ferramentas utilizadas

As TICs oferecem diversos recursos que podem ser utilizados como ferramentas didáticas pedagógicas em sala de aula para ser cada vez mais utilizada em prol da educação, unindo-se aos métodos mais utilizados como giz, quadro, livros e jogos lúdicos pedagógicos, abrilhando ainda mais a aprendizagem. Utilizando ferramentas digitais de tutoria desenhadas para apoiar os educadores, como o Série de Exercícios para o Google Sala de Aula, que utiliza IA para oferecer suporte personalizado para cada aluno e recomendar habilidades de aprendizagem que devem ser exploradas.

As Tecnologias e Ferramentas Utilizadas apartir do IA, vem para personalizar a aprendizagem, adaptando o conteúdo e as atividades de aprendizagem de acordo com as necessidades e preferências de cada aluno, tornando a experiência de aprendizagem mais eficaz e atraente.

Utilizar tecnologias alimentadas por IA pode melhorar a experiência de aprendizado dos estudantes de diversas maneiras, como aprimorar a visualização de conteúdos e tornar a aprendizagem mais interativa.

Algumas das tecnologias e ferramentas utilizadas por IA para aprendizagem online incluem:

- ✓ Série de Exercícios para o Google Sala de Aula: ferramenta lançada pelo Google que utiliza IA para oferecer aos educadores uma ferramenta digital de tutoria desenhada para apoiá-los, com alternativas para aperfeiçoar o ensino dos conteúdos educacionais com tarefas interativas e suporte personalizado para cada aluno.
- ✓ Realidade Virtual e Aumentada: tecnologias alimentadas por IA que podem melhorar a experiência de aprendizado dos estudantes de diversas maneiras, como aprimorar a visualização de conteúdos e tornar a aprendizagem mais interativa.
- ✓ Tecnologia educacional: ferramentas e tecnologias que são utilizadas há décadas e são uma grande aliada de professores e alunos, como plataformas de ensino a distância, softwares de gerenciamento de aprendizagem, entre outros que são uma grande aliada de professores e alunos.
- ✓ Inteligência Artificial: a IA pode ser utilizada para personalizar a aprendizagem, adaptando o conteúdo e as atividades de aprendizagem de acordo com as necessidades e preferências de cada aluno, tornando a experiência de aprendizagem mais eficaz e atraente



Revista Científica da Universidade Púnguè

Existem diversas plataformas e sistemas educacionais que incorporam IA para melhorar a aprendizagem, das quais podemos citar algumas usadas para melhorar a aprendizagem online que são:

- ✓ Série de Exercícios para o Google Sala de Aula: ferramenta lançada pelo Google que utiliza IA para oferecer aos educadores uma ferramenta digital de tutoria desenhada para apoiá-los, com alternativas para aperfeiçoar o ensino dos conteúdos educacionais com tarefas interativas e suporte personalizado para cada aluno.
- ✓ Genial4: plataforma educacional com Inteligência Artificial dedicada à educação, disponível para universidades e em breve para outras instituições.
- ✓ Toolzz: plataforma que reúne diversas soluções educacionais inovadoras para alunos, professores e gestores educacionais, incluindo um AVA adaptativo no estilo Netflix, que recomenda conteúdo, cursos e aulas de forma adaptativa e personalizada, de acordo com as interações do aluno na plataforma.
- ✓ Ensina.ai: plataforma de IA que personaliza o aprendizado, oferecendo recomendações de conteúdo e atividades de acordo com as necessidades e preferências de cada aluno.

Essas plataformas foram mencionadas em diferentes fontes relacionadas à inteligência artificial e educação online. A IA tem o potencial de melhorar significativamente a experiência de aprendizagem online, tornando-a mais personalizada, eficaz e atraente para os alunos.

2.4. Benefícios da Aprendizagem Online Baseada em IA

A aprendizagem online baseada em IA traz uma série de benefícios significativos para alunos, professores e instituições de ensino. Alguns desses benefícios incluem:

Para alunos:

- ✓ Personalização da aprendizagem: A IA permite adaptar o conteúdo e as atividades de aprendizagem de acordo com as necessidades e preferências de cada aluno. Isso proporciona uma experiência de aprendizagem mais personalizada, permitindo que os alunos avancem em seu próprio ritmo e se concentrem nas áreas em que precisam de mais apoio.
- ✓ Feedback personalizado: Com a IA, é possível fornecer feedback individualizado e imediato aos alunos. A IA pode analisar o desempenho dos alunos e oferecer orientações específicas para ajudá-los a melhorar. Isso permite que os alunos recebam feedback contínuo e direcionado, facilitando seu progresso na aprendizagem.



Revista Científica da Universidade Púnguè

- ✓ Acesso à educação: A aprendizagem online baseada em IA pode superar barreiras geográficas e de acesso, permitindo que alunos de diferentes locais e com diferentes recursos tenham acesso a uma educação de qualidade. A IA pode ajudar a fornecer recursos educacionais adaptados às necessidades específicas de cada aluno, independentemente de sua localização.
- ✓ Aumento da eficiência: A IA pode automatizar tarefas administrativas e repetitivas, liberando tempo para os educadores se concentrarem em atividades mais interativas e de alto valor agregado. Isso pode aumentar a eficiência do processo educacional, permitindo que os educadores dediquem mais tempo ao ensino e à interação com os alunos.
- ✓ Melhoria da retenção e do engajamento dos alunos: A IA pode utilizar técnicas como gamificação e personalização para tornar a aprendizagem online mais envolvente e motivadora. Isso pode aumentar a retenção dos alunos e seu engajamento com o conteúdo, tornando a experiência de aprendizagem mais eficaz e satisfatória.

Para os professores:

- ✓ Personalização do ensino: A IA permite que os professores personalizem o ensino de acordo com as necessidades individuais dos alunos. Com a análise de dados e o uso de algoritmos inteligentes, os professores podem identificar lacunas de aprendizagem e adaptar o conteúdo e as atividades para atender às necessidades específicas de cada aluno.
- ✓ Suporte na tomada de decisões: A IA pode fornecer aos professores insights valiosos sobre o desempenho dos alunos, identificando padrões de aprendizagem e oferecendo recomendações sobre as melhores estratégias de ensino. Isso ajuda os professores a tomar decisões informadas e aprimorar suas práticas pedagógicas.
- ✓ Automação de tarefas administrativas: A IA pode automatizar tarefas administrativas e repetitivas, como correção de provas e avaliações, gerenciamento de notas e registros de presença. Isso libera tempo para os professores se concentrarem em atividades mais interativas e de alto valor agregado, como o planejamento de aulas e a interação com os alunos.
- ✓ Colaboração com tutores virtuais: A IA pode potencializar os tutores virtuais, fornecendo suporte individualizado aos alunos. Os tutores virtuais podem auxiliar os alunos em suas dúvidas, fornecer feedback personalizado e acompanhar seu progresso de aprendizagem. Isso permite que os professores tenham um suporte adicional na gestão da sala de aula virtual.



Revista Científica da Universidade Punguè

Instituições de ensino:

Algumas das vantagens da aprendizagem online baseada em IA para as instituições de ensino incluem:

- ✓ **Personalização da aprendizagem:** A IA permite que as instituições de ensino personalizem a aprendizagem de acordo com as necessidades e preferências de cada aluno. Isso proporciona uma experiência de aprendizagem mais personalizada, permitindo que os alunos avancem em seu próprio ritmo e se concentrem nas áreas em que precisam de mais apoio. Isso pode aumentar a satisfação dos alunos e melhorar a retenção.
- ✓ **Eficiência no gerenciamento de dados:** A IA pode ajudar as instituições de ensino a gerenciar grandes quantidades de dados, como registros acadêmicos, notas e informações dos alunos. Isso pode aumentar a eficiência do processo educacional, permitindo que as instituições de ensino dediquem mais tempo ao ensino e à interação com os alunos.
- ✓ **Automação de tarefas administrativas:** A IA pode automatizar tarefas administrativas e repetitivas, como correção de provas e avaliações, gerenciamento de notas e registros de presença. Isso libera tempo para os educadores se concentrarem em atividades mais interativas e de alto valor agregado, como o planejamento de aulas e a interação com os alunos.
- ✓ **Acesso à educação:** A aprendizagem online baseada em IA pode superar barreiras geográficas e de acesso, permitindo que alunos de diferentes locais e com diferentes recursos tenham acesso a uma educação de qualidade. Isso pode aumentar a diversidade e a inclusão nas instituições de ensino, permitindo que mais alunos tenham acesso a uma educação de qualidade.

A aprendizagem online baseada em IA oferece aos alunos, professores e às instituições de ensino ferramentas e recursos que podem melhorar sua prática pedagógica, permitindo uma abordagem mais personalizada e eficiente no ensino. A IA tem o potencial de melhorar significativamente a experiência de aprendizagem, tornando-a mais personalizada, eficiente e envolvente para todos os intervenientes do processo de ensino e aprendizagem.

2.5. Desafios da Aprendizagem Online Baseada em IA



Revista Científica da Universidade Púnguè

A implementação da IA na aprendizagem online também enfrenta alguns desafios. De acordo com os autores Roberte e Gomes, os principais desafios enfrentados na implementação da IA na aprendizagem online são:

- ✓ Acesso à internet: O acesso à internet é fundamental para a utilização de soluções baseadas em IA, como plataformas de aprendizagem online e ferramentas de ensino. No entanto, nem todos os alunos têm acesso à internet de alta velocidade e confiável, o que pode limitar sua capacidade de participar da aprendizagem online.
- ✓ Confiabilidade do sistema de IA: Se o sistema de IA não for confiável, pode levar a resultados imprecisos e a uma experiência de aprendizado ruim para os alunos. É importante garantir que o sistema de IA seja confiável e preciso para que os alunos possam confiar nos resultados.
- ✓ Infraestrutura e recursos de processamento: Para que os sistemas de IA funcionem corretamente, eles precisam de infraestrutura e recursos de processamento adequados. Muitas empresas ainda usam equipamentos desatualizados que não são capazes de enfrentar o desafio da implementação da IA.
- ✓ Custo: A implementação da IA pode ser cara, exigindo investimentos em hardware, software e treinamento. É importante avaliar cuidadosamente os custos e benefícios da implementação da IA antes de tomar uma decisão.
- ✓ Treinamento e desenvolvimento de habilidades: A implementação da IA pode exigir que os professores e funcionários da instituição de ensino desenvolvam novas habilidades e conhecimentos. É importante fornecer treinamento e suporte para garantir que todos estejam preparados para trabalhar com a IA.

Para a implementação da IA na aprendizagem online requer planejamento cuidadoso e consideração dos desafios envolvidos.

3. Conclusão

Com isso, a aprendizagem online baseada em inteligência artificial é uma área em constante evolução e que apresenta muitas possibilidades para o futuro da educação. Permitindo que os educadores acompanhem o progresso individual dos alunos de forma mais eficiente e forneçam intervenções direcionadas quando necessário.



Revista Científica da Universidade Punguê

No entanto, a implementação da IA na aprendizagem online também enfrenta desafios significativos, como o acesso à internet, a confiabilidade do sistema de IA, a infraestrutura e recursos de processamento, o custo e o treinamento e desenvolvimento de habilidades. É importante que as instituições de ensino planejem cuidadosamente a implementação da IA na aprendizagem online, considerando os desafios envolvidos e garantindo que a IA seja utilizada de forma ética e responsável.

A IA pode oferecer muitas vantagens para alunos, professores e instituições de ensino, como a personalização da aprendizagem, suporte na tomada de decisões, automação de tarefas administrativas e acesso à educação.

No entanto, é preciso enfrentar os desafios para que essas vantagens possam ser alcançadas. A aprendizagem online baseada em IA é uma área promissora que pode transformar a educação, mas é preciso enfrentar os desafios para que isso possa acontecer.

4. Referências bibliográficas

Amorim, AN, & Cerqueira, L. (2020). Diferenças entre o aprendizado online e o ensino remoto de emergência. *Revista da Escola, Professor, Educação e Tecnologia*, 1(1), 1-11.

Araújo, VC, & Queiroz, VC (2004). A aprendizagem colaborativa na educação a distância online. NCE/UFRJ.

Batista, C., & Gomes, M. J. (2014). Educação online e as implicações da inteligência artificial. *Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade*, 24(44), 25-38.

Laboratórios de pistas. (2021). O Papel dos Tutores Virtuais Potencializados por IA na Melhoria das Experiências de E-Learning.

Pearson Ensino Superior. (2022). 5 aplicações da inteligência artificial na educação.

Queiroz, VC (2007). Curso em ambiente virtual de aprendizagem. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.

Pearson Ensino Superior. (2023). A tecnologia educacional substituirá os professores universitários?

Pearson Ensino Superior. (2022). aplicações da inteligência artificial na educação.

Robert, D. (2023). Desafios da Inteligência Artificial no Ensino no Brasil.



Revista Científica da Universidade Púnguè

Horvitz, E., & Selman, B. (2009). A survey of artificial intelligence for prognostics. Proceedings of the 2009 Conference on Artificial Intelligence in Prognostics and Health Management, 1-8.