

# Artificial Intelligence in Music: The Digital Revolution of Sound Creativity / Inteligența Artificială în muzică: Revoluția digitală a creativității sonore

Ligia-Claudia ȘUTEU

Transilvania University of Brașov, Romani / Universitatea „Transilvania” din Brașov, România

claudiasuteu@yahoo.com

## SUMMARY

*Artificial intelligence has brought about fundamental transformations across various fields, including music, having a significant impact on the processes of creation and performance. This article analyzes the technological effects on musical composition and piano performance, highlighting how artificial intelligence contributes to the generation of original musical works, mimics the styles of eminent composers, and supports complex artistic performances. Additionally, the advantages that artificial intelligence brings to music are examined, opening new creative horizons, as well as the significant challenges, including the ethical dilemmas related to its use in creative processes, particularly concerning copyright and the authenticity of artificial intelligence-generated musical works.*

## Keywords

Artificial intelligence, composition, piano performance, music education, technology of music.

## INTRODUCTION

In recent decades, technology has significantly influenced music, and the emergence of artificial intelligence has opened new horizons for composition and performance. The piano, an instrument with a long-standing tradition, now stands at the crossroads of tradition and innovation. Artificial intelligence has become an indispensable tool for musicians, offering extensive opportunities in both composition and live performances. Levy (2018) highlights the rapid evolution of artificial intelligence and its potential impact on artistic creativity. The purpose of this article is to explore how these aspects of music are transforming. Music has always been a form of human creativity expression, and over the centuries, technology has had a significant impact on how it is produced, distributed, and consumed. In recent decades, one of the most revolutionary developments in the technological field has been the integration of artificial intelligence into the musical process. This refers to the ability of machines and software to simulate human cognitive functions, such as learning, reasoning, and problem-solving. Applications of artificial intelligence in music are numerous and diverse, including music generation, automatic composition, and enhancing educational and performance processes.

The purpose of this article is to explore the impact of artificial intelligence on music, focusing specifically on

## REZUMAT

*Inteligența artificială a generat transformări fundamentale în diverse domenii, incluzând domeniul muzical, având un impact semnificativ asupra proceselor de creație și interpretare. Acest articol analizează efectele tehnologice asupra compoziției muzicale și interpretării pianistice, subliniind modul în care inteligența artificială contribuie la generarea lucrărilor muzicale originale, la imitarea stilurilor compozitorilor eminenți și la susținerea performanțelor artistice complexe. De asemenea, se examinează avantajele pe care inteligența artificială le aduce în muzică, deschizând noi orizonturi creative, dar și provocări semnificative, inclusiv dileme etice legate de utilizarea acesteia în procesele creative, în special în ceea ce privește drepturile de autor și autenticitatea lucrărilor muzicale generate de inteligența artificială.*

## Cuvinte cheie

Inteligența artificială, compoziție, interpretare pianistică, educație muzicală, tehnologia muzicii.

## INTRODUCERE

În ultimele decenii, tehnologia a influențat semnificativ muzica, iar apariția inteligenței artificiale a deschis noi orizonturi pentru compoziție și interpretare. Pianul, un instrument cu o tradiție îndelungată, se află acum la confluența dintre tradiție și inovație. Inteligența artificială a devenit un instrument indispensabil pentru muzicieni, oferind oportunități extinse atât în compoziție, cât și în performanțele live. Levy (2018) subliniază evoluția rapidă a inteligenței artificiale și potențialul său impact asupra creativității artistice. Scopul articolului este de a explora modul în care se transformă aceste aspecte ale muzicii. Muzica a fost întotdeauna o formă de exprimare a creativității umane, iar de-a lungul secolelor, tehnologia a avut un impact semnificativ asupra modului în care aceasta este produsă, distribuită și consumată. În ultimele decenii, una dintre evoluțiile revoluționare în domeniul tehnologic a fost integrarea inteligenței artificiale în procesul muzical. Aceasta se referă la capacitatea mașinilor și a software-urilor de a simula funcții cognitive umane, precum învățarea, raționamentul și rezolvarea problemelor. Aplicațiile de inteligență artificială în muzică sunt multiple și diverse, incluzând generarea muzicii, compunerea automată, precum și îmbunătățirea proceselor educaționale și de performanță.

its influence on the piano. It will examine how modern technologies have transformed not only the composition and performance process, but also music education, and will explore the challenges and opportunities that arise when advanced technology is combined with a complex artistic instrument. Through this research, the aim is to understand how artificial intelligence can positively influence the transformation of music while preserving the essence and human artistic value.

## PIANO AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

In particular, the piano, one of the most complex musical instruments, has been profoundly influenced by advancements in artificial intelligence. The piano is an instrument that involves not only the mechanical technique of pressing the keys, but also a high degree of expressiveness and artistic interpretation, making the integration of artificial intelligence an interesting challenge. From generating new musical scores to creating interactive systems that help with learning and improving piano performance, artificial intelligence has opened new possibilities for pianists and music educators.

One of the most notable applications of artificial intelligence in music is the generation of musical compositions. For example, deep learning algorithms, such as neural networks, can analyze vast databases of musical works to learn composition styles and techniques. Thus, artificial intelligence can not only learn to imitate the works of great composers, but can also create original musical works. These applications have already been developed in platforms such as Google's Magenta and AIVA (Artificial Intelligence Virtual Artist), which are capable of generating music in various styles, including classical, jazz, and even electronic.

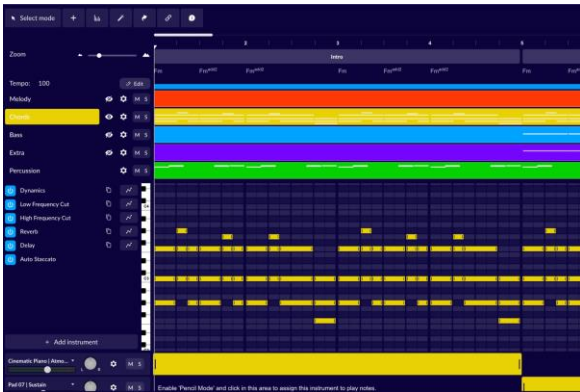


Figure 1. Musical composition generated in AIVA

Another important area where artificial intelligence influences music is music education, particularly when it comes to learning instruments. Artificial intelligence-based technologies, such as *Simply Piano* or *Flowkey* apps, allow users to learn to play the piano in a more interactive and personalized way (Șuteu and Rucsanda, 2024). These apps use machine learning algorithms to provide instant feedback, evaluating the user's technique and performance while adapting lessons based on their progress. In this way, artificial intelligence becomes an educational partner that supports the development of musical skills, facilitating faster and more efficient learning. Regarding musical performance, artificial intelligence not only creates music, but can also perform

Scopul acestui articol este de a explora impactul inteligenței artificiale asupra muzicii, concentrându-se în mod special pe influența acesteia asupra pianului. Se va analiza modul în care tehnologiile moderne au transformat nu doar procesul de compoziție și performanță, dar și educația muzicală, și se vor explora provocările și oportunitățile care apar atunci când se îmbină tehnologia avansată cu un instrument artistic complex. Prin această cercetare, se dorește înțelegerea modului în care inteligența artificială poate influența pozitiv transformarea muzicii, păstrând totodată esența și valoarea artistică umană.

## PIANUL ȘI INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ

În mod particular, pianul, unul dintre cele mai complexe instrumente muzicale, a fost profund influențat de progresele inteligenței artificiale. Pianul este un instrument care implică nu doar tehnica mecanică de apăsare a clapelor, dar și un grad înalt de expresivitate și interpretare artistică, ceea ce face ca integrarea inteligenței artificiale să fie o provocare interesantă. De la generarea de partituri muzicale noi, până la crearea unor sisteme interactive care ajută la învățarea și îmbunătățirea performanței pianului, inteligența artificială a deschis noi posibilități pentru pianiști și educatori muzicali.

Una dintre aplicările notabile ale inteligenței artificiale în muzică este generarea compozițiilor muzicale. De exemplu, algoritmi de învățare profundă, cum ar fi rețelele neuronale, pot analiza vaste baze de date de lucrări muzicale pentru a învăța stiluri și tehnici de compoziție. Astfel, inteligența artificială nu doar că poate învăța să imite lucrările marilor compozitori, dar poate și să creeze lucrări muzicale originale. Aceste funcții au fost deja dezvoltate în platforme cum ar fi *Magenta* de la Google și *AIVA* (Artificial Intelligence Virtual Artist), care sunt capabile să genereze muzică în diverse stiluri, inclusiv clasic, jazz sau chiar electronic.

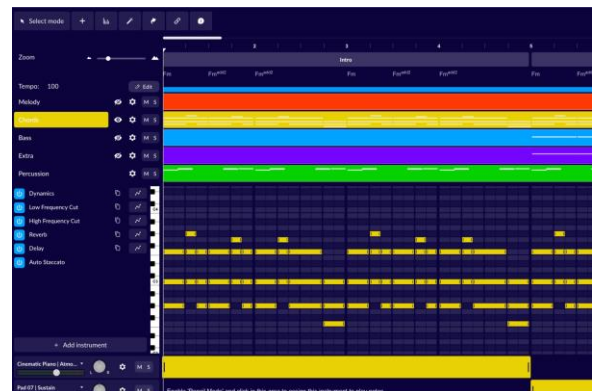


Figura 1. Compoziție muzicală generată în AIVA

Un alt domeniu important în care inteligența artificială influențează muzica este educația muzicală, în special în ceea ce privește învățarea instrumentelor. Tehnologiile bazate pe inteligența artificială, cum sunt aplicațiile *Simply Piano* sau *Flowkey*, permit utilizatorilor să învețe să cânte la pian într-un mod interactiv și personalizat (Șuteu și Rucsanda, 2024). Aceste aplicații folosesc algoritmi de învățare automată pentru a oferi feedback instantaneu, evaluând tehnica și performanța utilizatorului și adaptând lecțiile în funcție de progresul său. Astfel, inteligența artificială devine un partener educațional care sprijină dezvoltarea abilităților muzicale, facilitând o învățare mai rapidă și mai eficientă. În ceea ce privește interpretarea muzicală, inteligența artificială

it. Advanced machine learning technologies enable the creation of virtual pianists capable of performing musical works at a professional level. Projects such as AI Pianist or DeepMind demonstrate how algorithms can learn not only to read sheet music, but also to perform a piece with the expressiveness and nuances of a human pianist. These advancements can be used for educational purposes, providing pianists with instant feedback and creating simulations of famous performances without the need for a human performer.

However, the use of artificial intelligence in music also raises some important questions regarding the nature of creativity and the ethical implications of these technologies. If artificial intelligence can create music or even perform on the piano, what is the role of the human artist? Is creativity an exclusively human attribute, or can artificial intelligence itself become an authentic creator of art? These questions are relevant not only in the context of music, but also in the field of art in general, and their answers will influence how technology continues to interact with culture and human creation in the future.

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY APPLIED IN MUSIC

Artificial intelligence has had a profound impact on many industries, and music is no exception. From composing original musical works to enhancing musical performances and creating new forms of interaction with the audience, artificial intelligence has opened new horizons in the field of music. The application of artificial intelligence in music involves the use of advanced machine learning techniques, neural networks, and deep learning algorithms that enable computers to analyze, create, and perform music.

### The technological evolution of artificial intelligence in music

The use of artificial intelligence in music began with early research in the field of automatic music generation and has rapidly evolved over the past few decades. In the 1980s and 1990s, researchers like David Cope began exploring the possibility of using algorithms to imitate the styles of great composers. His project *Experiments in Musical Intelligence* (Cope, 2005) was one of the first significant examples where artificial intelligence was used to compose music in a specific style. Cope developed software that analyzed the works of classical composers and created new musical pieces that imitated their styles. While not fully autonomous, this system demonstrated the potential of artificial intelligence to learn and create music.

Over the following decades, artificial intelligence technologies rapidly advanced, driven by progress in machine learning and deep learning. Today, artificial intelligence can learn from a wide range of musical sources, including sheet music, audio recordings, and musicians' performances. Long Short-Term Memory (LSTM) networks and Generative Adversarial Networks (GANs) are used to analyze musical structure and generate new works that are both coherent and stylistically consistent. These technologies enable computers to learn not only simple note sequences, but also complex musical structures such as harmony, rhythm and dynamics.

nu doar că poate crea muzică, dar poate și să o interpreteze. Tehnologii avansate de învățare automată permit crearea unor pianiști virtuali care pot interpreta lucrări muzicale la nivel profesional. Proiecte precum *AI Pianist* sau *DeepMind* demonstrează cum algoritmi pot învăța nu doar să citească partituri, ci și să interpreteze o piesă cu expresivitatea și nuanțele unui pianist real. Aceste progrese pot fi utilizate în scopuri educaționale, pentru a oferi pianiștilor feedback instant și pentru a crea simulări ale interpretărilor celebre, fără a fi nevoie de un interpret uman. Totuși, utilizarea inteligenței artificiale în muzică ridică și câteva întrebări importante legate de natura creativității și de implicațiile etice ale acestor tehnologii. Dacă inteligența artificială poate crea muzică sau chiar interpreta la pian, care mai este rolul artistului uman? Este creativitatea un atribut exclusiv uman sau inteligența artificială poate deveni, la rândul său, un creator autentic de artă? Aceste întrebări sunt relevante nu doar în contextul muzicii, ci și în domeniul artei în general, iar răspunsurile lor vor influența modul în care tehnologia va continua să interacționeze cu arta și creația umană în viitor.

## TEHNOLOGIA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE APLICATĂ ÎN MUZICĂ

Inteligența artificială a avut un impact profund asupra multor industrii, iar muzica nu face excepție. De la realizarea unor compoziții muzicale originale, până la îmbunătățirea performanțelor muzicale și crearea de noi forme de interacțiune cu publicul, inteligența artificială a deschis noi orizonturi în domeniul muzicii. Aplicarea inteligenței artificiale în muzică implică utilizarea unor tehnici avansate de învățare automată, rețele neuronale și algoritmi de învățare profundă care permit calculatoarelor să analizeze, să creeze și să interpreteze muzică.

### Evoluția tehnologică a inteligenței artificiale în muzică

Utilizarea inteligenței artificiale în muzică a început cu cercetări timpurii în domeniul generării automate de muzică și a continuat să evolueze rapid în ultimele decenii. În anii 1980 și 1990, cercetători precum David Cope au început să exploreze posibilitatea utilizării algoritmilor pentru a imita stilurile marilor compozitori. Proiectul său *Experiments in Musical Intelligence* (Cope, 2005) a fost unul dintre primele exemple semnificative în care inteligența artificială a fost folosită pentru a compune muzică într-un stil specific. Cope a dezvoltat un software care analiza lucrările compozitorilor clasici și crea lucrări muzicale noi care imitau stilurile acestora. Deși nu era complet autonom, acest sistem a demonstrat potențialul inteligenței artificiale de a învăța și de a crea muzică. În decursul decadelor următoare, tehnologiile de inteligență artificială au evoluat rapid, datorită progreselor în învățarea automată și în cea profundă. În prezent, inteligența artificială poate învăța dintr-o gamă largă de surse muzicale, inclusiv partituri, înregistrări audio și interpretări ale muzicienilor. Rețelele neuronale de tip *Long Short-Term Memory* (LSTM) și rețelele generative adversariale (GANs) sunt folosite pentru a analiza structura muzicală și pentru a genera lucrări noi care sunt coerente din punct de vedere stilistic. Aceste tehnologii le permit computerelor să învețe nu doar secvențe simple de note, ci și structuri muzicale complexe, precum armonia, ritmul și dinamica.

## The application of artificial intelligence in music creation

One of the most fascinating applications of artificial intelligence in music is the creation of original musical works. Today, there are numerous platforms and projects that use artificial intelligence to generate musical pieces, some of which are capable of creating complete works in classical, jazz, or even electronic music. Projects like OpenAI's MuseNet and Google Magenta use neural networks to create original music. MuseNet, for example, can generate music in over 15 different styles, from Beethoven to The Beatles, and can even create pieces with multiple instruments, capturing the rhythm and harmony of human works.

In addition to generating complete music, artificial intelligence is also used to add variations to existing pieces. Projects like AIVA (Artificial Intelligence Virtual Artist) and Amper Music are other relevant examples of platforms that use artificial intelligence to compose original works that can be customized for the users' needs. AIVA, for instance, can create original musical works inspired by classical composers and contemporary music, with users able to adjust parameters such as tempo, style, and complexity to tailor the music to their requirements. These applications can be used not only for creation, but also to assist human composers in their creative process, providing them with new perspectives and inspiration.

## The influence of artificial intelligence on musical performance

In addition to music creation, artificial intelligence is also used for the performance of musical pieces. Projects like AI Pianist and AI Orchestrator demonstrate how artificial intelligence can learn to perform a piece of music in a way that mimics the style of a human musician. These technologies use advanced deep learning algorithms that analyze not only the musical notes, but also previous performances by human musicians. As a result, artificial intelligence can replicate the subtle expressive qualities of a pianist, such as phrasing, dynamics, and tempo changes.

A notable example in this regard is the DeepMind project, which successfully developed a system capable of performing classical music on the piano in a manner similar to a professional musician. The AI Pianist project, developed by researchers in the field of artificial intelligence, used a deep learning system to learn the performing techniques of classical pieces, and the results were remarkable, with a high level of expressiveness and coherence. These achievements pave the way for creating virtual pianists who can accompany human musicians or perform musical pieces for an audience.

## The impact of artificial intelligence on musical and educational processes

Artificial intelligence-based technologies are also applied in music education, having a significant impact on how we learn to play instruments and compose music. Interactive applications such as Simply Piano and Flowkey have become extremely popular because they allow users to learn to play the piano in a personalized way, adapted to their learning pace. These applications are equipped with sound recognition algorithms that can

## Aplicarea inteligenței artificiale în crearea muzicii

Una dintre cele mai fascinante aplicări ale inteligenței artificiale în muzică este crearea de lucrări muzicale originale. În prezent, există numeroase platforme și proiecte care folosesc inteligența artificială pentru a genera piese muzicale, unele dintre acestea fiind capabile să creeze lucrări complete de muzică clasică, jazz sau chiar electronică. Proiectele precum *OpenAI MuseNet* și *Google Magenta* folosesc rețele neuronale pentru a crea compoziții originale. *MuseNet*, de exemplu, poate crea muzică în peste 15 stiluri diferite, de la Beethoven la The Beatles, și poate chiar să genereze piese cu multiple instrumente, simțind ritmul și armonia lucrărilor umane. Pe lângă generarea completă a unei compoziții, inteligența artificială este utilizată și pentru a adăuga variații pieselor existente. Proiectele *AIVA* (Artificial Intelligence Virtual Artist) și *Amper Music* sunt alte exemple relevante de platforme care utilizează inteligența artificială pentru a compune lucrări originale, care pot fi personalizate în funcție de nevoile utilizatorilor. *AIVA*, de exemplu, poate crea lucrări muzicale originale inspirate de compozitori clasici și de muzica contemporană, iar utilizatorii pot ajusta parametri precum tempo, stil și complexitate, pentru a obține o muzică adaptată cerințelor specifice. Aceste aplicații pot fi folosite nu doar pentru creație, ci și pentru a-i ajuta compozitorii umani în procesul creativ, oferindu-le noi perspective și inspirație.

## Influența inteligenței artificiale asupra interpretării Muzicale

În afară de crearea de muzică, inteligența artificială este folosită și pentru interpretarea pieselor muzicale. Proiectele de *AI Pianist* sau *AI Orchestrator* demonstrează cum inteligența artificială poate învăța să interpreteze o piesă de muzică într-un mod care imită stilul unui muzician uman. Aceste tehnologii utilizează algoritmi avansați de învățare profundă care analizează nu doar notele muzicale, dar și interpretările anterioare ale unui muzician uman. Astfel, inteligența artificială poate imita subtilitățile expresive ale unui pianist, precum frazarea, dinamica și schimbările de tempo.

Un exemplu notabil în acest sens este proiectul *DeepMind*, care a reușit să dezvolte un sistem capabil să interpreteze muzica clasică pe pian într-un mod asemănător unui muzician profesionist. Proiectul *AI Pianist*, dezvoltat de cercetători din domeniul inteligenței artificiale, a folosit un sistem de învățare profundă pentru a învăța tehnicile de interpretare ale pieselor clasice, iar rezultatele au fost remarcabile, cu un nivel înalt de expresivitate și coerență. Aceste realizări deschid calea pentru crearea de pianști virtuali care pot acompania muzicienii umani sau pot interpreta piese muzicale.

## Impactul inteligenței artificiale asupra proceselor muzicale și educaționale

Tehnologiile bazate pe inteligența artificială sunt, de asemenea, aplicate în educația muzicală, având un impact semnificativ asupra modului în care învățăm să cântăm la instrumente și să compunem muzică. Aplicațiile interactive, cum ar fi *Simply Piano* sau *Flowkey*, au devenit extrem de populare, deoarece le permit utilizatorilor să învețe să cânte la pian într-un mod

analyze users' performances in real time and provide instant feedback on note and rhythm accuracy.

Furthermore, artificial intelligence is also used to create learning simulations that help students improve their piano technique through specific guidance and corrections. Artificial intelligence-based educational projects are, therefore, not only useful for beginners, but also for advanced pianists who wish to refine their technique. These technologies not only enhance the efficiency of the educational process, but also enable deep personalization of lessons, adapting to the needs of each user.

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE CREATIVE PROCESS IN MUSIC

One of the most fascinating applications of artificial intelligence in music is its ability to influence and even revolutionize the creative process. Musical composition, which has always been viewed as a deeply human activity, full of expressiveness and subjectivity, has been transformed by advanced artificial intelligence technologies. Deep learning algorithms and neural networks enable computers to analyze vast amounts of existing musical works and create original compositions, sometimes even more complex than those created by humans. This ability of artificial intelligence to learn and imitate various musical styles raises significant questions about the nature of creativity and authenticity in art.

### Artificial Intelligence: "Co-creator" of Music

Artificial intelligence is no longer just a passive tool in the creative process, but is becoming an active partner in the generation of musical works. Projects such as OpenAI MuseNet and Magenta demonstrate that, by using LSTM (Long Short-Term Memory) neural networks and GANs (Generative Adversarial Networks), artificial intelligence can analyze complex structures of music and learn to compose its own works that adhere to the harmonic and rhythmic conventions of different musical genres. For example, MuseNet is capable of creating pieces in styles ranging from Beethoven's classical music to the complex jazz of Miles Davis, while Magenta can generate electronic music tracks that are highly appreciated by users.

According to a study by McCormack and Hutchings (2019), artificial intelligence can not only imitate musical styles, but also introduce new forms of expression, exploring unusual harmonic combinations and rhythmic modalities that would not be easily anticipated by a human composer. These works can include subtle and innovative variations that reflect a different way of thinking about music.

An important example in this regard is AIVA, an artificial intelligence-based system trained on hundreds of classical composers' scores, which has managed to create new works praised by critics and musicians. Despite the fact that AIVA is not an artist in the traditional sense, its music has been recognized as having genuine artistic value, prompting intriguing discussions about the place and role of artificial intelligence in the creative process (Elliott and Watson, 2020).

personalizat, adaptat ritmului propriu de asimilare. Aceste aplicații sunt dotate cu algoritmi de recunoaștere a sunetului, care pot analiza în timp real interpretările utilizatorilor și pot oferi feedback instantaneu despre precizia notelor și ritmului. Mai mult, inteligența artificială este utilizată și pentru a crea simulări de învățare, care sunt capabile să îmbunătățească tehnica prin ghidaje și corecturi specifice. Proiectele educaționale bazate pe inteligența artificială sunt, prin urmare, utile nu doar pentru începători, ci și pentru pianiștii avansați care doresc să se perfecționeze. Aceste tehnologii îmbunătățesc eficiența procesului educațional și permit o personalizare aprofundată a lecțiilor, adaptându-se nevoilor fiecărui utilizator.

## INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ȘI PROCESUL CREATIV ÎN MUZICĂ

Una dintre cele mai fascinante aplicări ale inteligenței artificiale în domeniul muzicii este capacitatea sa de a influența și chiar de a revoluționa procesul creativ. Compoziția muzicală, care a fost întotdeauna privită ca o activitate profund umană, plină de expresivitate și subiectivitate, a fost transformată de tehnologiile avansate de inteligență artificială. Algoritmii de învățare profundă și rețelele neuronale permit calculatoarelor să analizeze vastitatea lucrărilor muzicale existente și să creeze compoziții originale, uneori chiar mai ample decât cele realizate de oameni. Această capacitate a inteligenței artificiale de a învăța și de a imita stiluri muzicale variate ridică întrebări semnificative despre natura creativității și autenticității în artă.

### Inteligența artificială: „Co-creator” al muzicii

Inteligența artificială nu mai este doar un instrument pasiv în procesul creativ, ci devine un partener activ în generarea de lucrări muzicale. Proiecte precum *OpenAI MuseNet* și *Magenta* demonstrează că, utilizând rețele neuronale de tip LSTM și GANs (rețele generative adversariale), inteligența artificială poate analiza structuri complexe ale muzicii și poate învăța să compună lucrări proprii, care respectă convențiile armonice și ritmice ale diferitelor genuri muzicale. Spre exemplu, MuseNet este capabil să creeze lucrări în stiluri care variază de la muzica clasică a lui Beethoven la jazz-ul complex al lui Miles Davis, iar *Magenta* poate genera piese de muzică electronică foarte apreciate de utilizatori. Potrivit unui studiu realizat de McCormack și Hutchings (2019), inteligența artificială nu doar că poate imita stiluri muzicale, dar poate și să introducă noi forme de expresie, explorând combinații armonice neobișnuite și modalități ritmice care nu ar fi ușor de anticipat pentru un compozitor uman. Aceste lucrări pot include variații subtile și inovative care reflectă un mod diferit de a gândi muzica. (McCormack și Hutchings, 2019). Un exemplu important în acest sens este *AIVA*, prezentat anterior, un sistem bazat pe inteligența artificială, care a fost instruit pe sute de partituri ale compozitorilor clasici și care a reușit să creeze lucrări noi, apreciate de critici și muzicieni. În ciuda faptului că AIVA nu este un artist în sensul tradițional, muzica sa a fost recunoscută ca având o valoare artistică reală, iar acest lucru provoacă discuții interesante despre locul și rolul inteligenței artificiale în procesul creativ (Elliott și Watson, 2020).

## The challenges of music creativity generated by technology

However, there are also significant challenges associated with the use of artificial intelligence in the creative process. One of the most important aspects of music is expressiveness and the ability of composers to convey deep emotions through sound. The essential question that arises is whether artificial intelligence can reach this level of emotional subjectivity or if it remains limited to reproducing existing patterns and structures. In an article by Thompson and Harris (2021), the authors discuss the fundamental difference between music created by a human composer, which is based on their personal experience, and music generated by artificial intelligence, which can only imitate these experiences without actually living them. Additionally, the concept of originality in music generated by artificial intelligence has been a subject of debate. Even though artificial intelligence algorithms can create new musical works, they are essentially the result of mathematical combinations of elements already present in the artificial intelligence database. This raises questions about the artistic value of music produced by artificial intelligence and its authenticity. According to a study published by ResearchGate (Pujari and Wilson, 2023), many music critics are skeptical about the ability of artificial intelligence to create authentic music, considering that it is built upon pre-existing sets of rules and data.

## THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON MUSIC EDUCATION

Artificial Intelligence has brought major changes to the field of music education, especially regarding learning musical instruments such as the piano. The application of artificial intelligence in this field allows for the creation of interactive and personalized educational environments that can accelerate the learning process and improve students' performances. Artificial intelligence-based music learning applications are already extremely popular and effective, and their impact on music education is significant.

### Interactive applications for learning the piano

Currently, numerous artificial intelligence-based applications are available for those who wish to learn how to play the piano. Platforms such as *Simply Piano*, *Flowkey* and *Yousician* use sound recognition technology to provide instant feedback and technique corrections to users. These applications adapt in real-time to the user's progress and can create personalized lessons for each student based on their learning pace and style. The applications can recognize errors in performance and guide students to improve their skills.

A recent study (Zhang, Chen and Lin, 2020) demonstrated that using these applications significantly increases the success rate in learning instruments compared to traditional methods. These platforms allow users to learn at their own pace and receive quick corrections, making the educational process much more efficient.

## Provocările creativității muzicale generate de inteligența artificială

Provocările asociate cu utilizarea inteligenței artificiale în procesul creativ sunt multiple și semnificative. Unul dintre cele mai importante aspecte ale muzicii este expresivitatea și capacitatea compozitorilor de a transmite emoții profunde prin sunet. Întrebarea esențială care apare este dacă inteligența artificială poate atinge acest nivel de subiectivitate emoțională, sau dacă rămâne limitată la a reproduce pattern-uri și structuri deja existente. Într-un articol semnat de Thompson și Harris (2021), autorii discută despre diferența fundamentală dintre muzica realizată de un compozitor uman, care se bazează pe experiența sa personală, și muzica generată de inteligența artificială, care poate doar să imite aceste experiențe fără a le trăi efectiv. De asemenea, conceptul de originalitate în muzica generată a devenit subiect de dezbatere. Chiar dacă algoritmiile inteligenței artificiale pot crea lucrări muzicale noi, acestea sunt, în esență, rezultatul unor combinații matematice ale unor elemente deja existente în baza de date a inteligenței artificiale. Acest fapt ridică întrebări cu privire la valoarea artistică a muzicii produse de inteligența artificială și autenticitatea acesteia. Conform unui studiu publicat de *ResearchGate* (Pujari și Wilson, 2023), mulți critici muzicali sunt sceptici în privința capacității inteligenței artificiale de a crea muzică autentică, având în vedere că aceasta este construită pe baza unor seturi preexistente de reguli și date.

## IMPACTUL INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ASUPRA EDUCAȚIEI MUZICALE

Inteligența artificială a adus schimbări majore și în domeniul educației muzicale, în special în ceea ce privește învățarea unor instrumente muzicale precum pianul. Aplicarea inteligenței artificiale în acest domeniu permite crearea de medii educaționale interactive și personalizate, care pot accelera procesul de învățare și îmbunătăți performanțele elevilor. Aplicațiile de învățare muzicală bazate pe inteligența artificială sunt deja extrem de populare și eficiente, iar impactul lor asupra educației muzicale este semnificativ.

### Aplicații interactive pentru învățarea pianului

În prezent, numeroase aplicații bazate pe inteligența artificială sunt disponibile pentru cei care doresc să învețe să cânte la pian. Platforme precum *Simply Piano*, *Flowkey* și *Yousician* folosesc tehnologia de recunoaștere a sunetului pentru a oferi feedback instantaneu și corecturi ale tehnicii utilizatorilor. Aceste aplicații se adaptează în timp real la progresul utilizatorului și pot crea lecții personalizate pentru fiecare student, în funcție de ritmul și stilul său de învățare. Aplicațiile pot recunoaște erorile în interpretare și pot ghida elevii pentru a-și îmbunătăți performanțele. Un studiu realizat recent (Zhang, Chen și Lin, 2020) a demonstrat că utilizarea acestor aplicații crește semnificativ rata de succes în învățarea instrumentelor, comparativ cu metodele tradiționale. Aceste platforme permit utilizatorilor să învețe în propriul lor ritm și să primească corecturi rapide, ceea ce face ca procesul educațional să fie mult mai eficient.

## Instant feedback and performance improvement

Another important aspect of AI-based music education is its ability to provide instant feedback. In the past, students needed a teacher to correct their mistakes during lessons, which could limit their progress. With the help of artificial intelligence, students can receive immediate feedback, allowing for faster learning and on-the-spot correction of errors. The application of AI in music education helps create a much more personalized and adaptable learning environment.

According to a study published in “Computers in Human Behavior” (Duncan and Cruz, 2021), research has shown that students who use AI-powered applications to learn an instrument tend to learn more quickly and efficiently than those who follow traditional courses. Additionally, continuous feedback and the ability to repeat lessons make these applications extremely popular among beginners and those looking to improve their skills.

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MUSICAL PERFORMANCES: AUTOMATION AND COLLABORATION

Artificial intelligence has brought a significant change in the way musicians perform, offering both opportunities for automation and for collaboration between humans and machines. The application of artificial intelligence in musical performances ranges from the use of algorithms for automated accompaniments to the creation of interactive and collaborative performances between musicians and artificial intelligence systems. These innovations raise interesting questions about the role of the musician in the digital age and about new forms of musical performance.

### Automation of musical accompaniments

One of the most common applications of artificial intelligence in the field of musical performances is the use of technology for automated accompaniments. Ranging from simple programs that provide rhythmic accompaniments to complex systems capable of adding harmonies or mimicking other instruments, artificial intelligence has expanded the possibilities for individual musicians. Applications such as *iReal Pro* and *Band-in-a-Box* use artificial intelligence to create real-time musical accompaniments, adjusting to the tempo and style of a live musician, without the need for extensive knowledge of a real individual (Balan-Budoiu, 2023). These programs are extremely popular among those learning to play instruments, as they allow beginners to practice with a musical partner regardless of their skill level.

A notable example in this regard is the *Flow Machines* system, a project by Sony Computer Science Laboratories, which uses artificial intelligence to create personalized musical accompaniments. *Flow Machines* not only understands a musician’s music, but can also add to it creatively, providing accompaniments in a wide range of styles and genres. These accompaniments can be adjusted according to the user’s musical performance, creating a unique interaction between the musician and artificial intelligence. A study by McCormack and Hutchings (2021) highlights the potential of artificial intelligence to enrich musicians’ musical experiences,

## Feedback instantaneu și îmbunătățirea performanței

Un alt aspect important al educației muzicale bazate pe inteligența artificială este capacitatea de a oferi feedback instantaneu. În trecut, elevii aveau nevoie de un profesor pentru a le corecta erorile în timpul lecțiilor, iar acest lucru poate limita progresul rapid al acestora. Cu ajutorul inteligenței artificiale, elevii pot obține feedback imediat, ceea ce permite o învățare mai rapidă și corectarea erorilor pe loc. Aplicarea inteligenței artificiale în educația muzicală ajută la crearea unui mediu de învățare personalizat și adaptabil. Potrivit unui studiu publicat în *Computers in Human Behavior* (Duncan și Cruz, 2021), studiile au arătat că elevii care utilizează aplicații bazate pe inteligența artificială pentru învățarea unui instrument au tendința de a învăța mai repede și mai eficient decât cei care urmează cursuri tradiționale. De asemenea, feedback-ul continuu și posibilitatea de a repeta lecțiile fac ca aceste aplicații să fie extrem de populare în rândul începătorilor și al celor care vor să își îmbunătățească abilitățile.

## INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ÎN PERFORMANȚELE MUZICALE: AUTOMATIZARE ȘI COLABORARE

Inteligența artificială a adus o schimbare semnificativă în modul în care muzicienii își susțin performanțele, oferind atât oportunități de automatizare, cât și de colaborare între oameni și IT. Aplicarea inteligenței artificiale în performanțele muzicale variază de la utilizarea unor algoritmi pentru acompaniamente automate, la crearea unor performanțe interactive și colaborative între muzicieni și sisteme de inteligență artificială. Aceste inovații ridică întrebări interesante despre rolul muzicianului în era digitală și despre noile forme de performanță muzicală.

### Automatizarea acompaniamentelor muzicale

Una dintre cele mai comune aplicări ale inteligenței artificiale în domeniul performanțelor muzicale este utilizarea tehnologiei pentru acompaniamente automate. De la programe simple care oferă acompaniamente ritmice, până la sisteme complexe care pot adăuga armonii sau imita alte instrumente, inteligența artificială a extins posibilitățile unui muzician individual. Aplicații precum *iReal Pro* și *Band-in-a-Box* folosesc inteligența artificială pentru a crea acompaniamente muzicale în timp real, ajustându-se la tempo-ul și stilul unui muzician live, fără a mai fi nevoie de vaste cunoștințe ale unui individ real (Balan-Budoiu, 2023). Aceste programe sunt extrem de populare în rândul celor care învață să cânte la instrumente, deoarece permit începătorilor să studieze cu un partener specializat în domeniul muzical, indiferent de nivelul lor de pregătire.

Un exemplu notabil în acest sens este sistemul *Flow Machines*, un proiect de la Sony Computer Science Laboratories, care folosește inteligența artificială pentru a crea acompaniamente muzicale personalizate. *Flow Machines* nu doar că înțelege muzica unui muzician, ci poate adăuga elemente în mod creativ, furnizând acompaniamente într-o gamă largă de stiluri și genuri muzicale. Aceste acompaniamente pot fi ajustate în funcție de interpretarea muzicală a utilizatorului, creând o interacțiune unică între muzician și inteligența artificială. Un studiu realizat de McCormack și Hutchings (2021) subliniază potențialul inteligenței artificiale de a îmbogăți

allowing them to create and perform musical works in a much more dynamic and personalized way.

## **CHALLENGES AND ETHICAL DILEMMAS IN THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MUSIC**

The use of artificial intelligence in music, while full of innovative possibilities, also raises a number of challenges and ethical dilemmas. These concern the impact of artificial intelligence on job displacement in the music industry, copyright protection, and questions related to the originality and authenticity of musical creations generated by artificial intelligence. Additionally, the question arises as to whether artificial intelligence can or cannot replace human experience in the creative process and whether it can be considered an artist at the same level as a human musician.

### **Copyright and musical property**

One of the most discussed topics in the context of artificial intelligence in music is the issue of copyright. If a piece is created by an algorithm or a neural network, who holds the rights to it?

Traditionally, copyright over musical works is held by composers or performers, but in the case of music generated by artificial intelligence, this system becomes much more complicated. If a piece is entirely generated by artificial intelligence, the copyright should be attributed to the developers or creators of the algorithms that trained the artificial intelligence.

Studies show that in many cases, musical works created by artificial intelligence are not protected by copyright law, which can lead to conflicts within the industry. However, there is an emerging trend to recognize the rights of artificial intelligence creators as being similar to those of traditional music creators.

An example of relevant legislation could come from a European Union decision, which is already beginning to address the new realities of automated labour in the creative field.

### **The impact of artificial intelligence on jobs in the music industry**

As artificial intelligence technologies progress, another important topic of discussion is their impact on jobs in the music industry. If artificial intelligence can create music or musical accompaniments of high quality, the question arises whether it will replace real musicians or reduce the need for them in certain contexts. While artificial intelligence can automate certain processes of composition and performance, it will not completely replace human musicians. Rather, artificial intelligence will assist in developing new forms of collaboration and open up new opportunities for musicians.

## **CONCLUSION**

Artificial intelligence has profoundly transformed the musical field, offering new opportunities for creation, performance, and learning. From automatic music composition to enhancing live performances with intelligent accompaniments, artificial intelligence is making its way into all corners of the music industry, reshaping its landscape and challenging traditional norms.

experiența muzicală a muzicienilor, permițându-le să creeze și să interpreteze lucrări muzicale într-un mod mult mai dinamic și personalizat.

## **PROVOCĂRI ȘI DILEME ETICE ÎN UTILIZAREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ÎN MUZICĂ**

Utilizarea inteligenței artificiale în muzică, deși plină de posibilități inovative, ridică și o serie de provocări și dileme etice. Acestea se referă la impactul inteligenței artificiale asupra ocupării forțate a muncii în industria muzicală, la protecția drepturilor de autor și la întrebările legate de originalitatea și autenticitatea creațiilor muzicale generate astfel. De asemenea, se pune întrebarea dacă inteligența artificială poate sau nu să înlocuiască experiența umană în procesul creativ și dacă poate fi considerată ca prezentând același nivel al unui muzician real.

### **Drepturile de autor și proprietatea muzicală**

Unul dintre cele mai discutate subiecte în contextul inteligenței artificiale în muzică este problema drepturilor de autor. Dacă o piesă este creată de un algoritm sau de o rețea neurală, cine deține drepturile asupra acesteia? În mod tradițional, drepturile de autor asupra lucrărilor muzicale sunt deținute de compozitori sau interpreți, dar în cazul lucrărilor muzicale generate de inteligența artificială, acest sistem devine mult mai complicat. Mulți experți în domeniu sugerează că, în cazul în care o piesă este complet generată de inteligența artificială, drepturile de autor ar trebui să fie atribuite dezvoltatorilor sau creatorilor algoritmilor care au antrenat inteligența artificială respectivă (Roberts și Johnson, 2022). Studiile arată că, în multe cazuri, lucrările muzicale create de inteligența artificială nu sunt protejate de legislația privind drepturile de autor, ceea ce poate genera conflicte în industrie. Cu toate acestea, există o tendință emergentă de a recunoaște drepturile creatorilor de inteligență artificială, ca fiind similare celor ale creatorilor tradiționali de muzică. Un exemplu de legislație relevantă ar putea veni dintr-o decizie a Uniunii Europene, care deja începe să abordeze noile realități ale muncii automate în domeniul creativ.

### **Impactul inteligenței artificiale asupra locurilor de muncă în industria muzicală**

Pe măsură ce tehnologiile de inteligență artificială progresează, un alt subiect important de discuție este impactul lor asupra locurilor de muncă în industria muzicală. Dacă inteligența artificială poate crea muzică sau acompaniamente muzicale la o calitate ridicată, se pune întrebarea dacă aceasta va înlocui muzicienii reali sau va reduce necesitatea acestora în anumite contexte. Inteligența artificială poate automatiza anumite procese de compoziție și interpretare, însă aceasta nu va înlocui complet muzicienii umani. Mai degrabă, inteligența artificială va ajuta la dezvoltarea de noi forme de colaborare și la deschiderea unor noi perspective pentru muzicieni.

## **CONCLUZII**

Inteligența artificială a transformat profund domeniul muzical, oferind noi oportunități de creație, performanță și învățare. De la compoziția muzicală originală, la îmbogățirea performanțelor live cu acompaniamente inteligente, inteligența artificială își face loc în toate

Through advanced algorithms and neural networks, artificial intelligence has demonstrated its ability to help generate original and innovative musical works, raising fundamental questions about the nature of creativity and originality.

In the field of music education, artificial intelligence brings efficient solutions for learning instruments, personalizing lessons, and accelerating the learning process through instant feedback. Artificial intelligence technologies enable students to study at their own pace, offering corrections and suggestions immediately, which contributes to their rapid development.

The application of artificial intelligence in education extends beyond learning instruments, also enriching musical experiences through collaboration between students and algorithms, making the educational process more accessible and adaptable to each individual's needs.

In terms of musical performances, artificial intelligence facilitates collaborations between musicians and algorithms, pushing the traditional boundaries of live music.

Automating accompaniments and the ability to collaborate with artificial intelligence during a concert provide musicians with new ways to express their creativity and engage audiences through innovation. However, this process also raises significant ethical dilemmas, such as copyright over artificial intelligence-generated creations and the impact on jobs within the music industry.

Overall, while artificial intelligence brings considerable benefits to the musical field, it is not without its challenges. Controversies surrounding the authenticity and originality of artificial intelligence-generated musical works, as well as the economic and social implications of this technology, must be carefully considered. Nevertheless, the fact that artificial intelligence can become a creative partner to human musicians opens up limitless possibilities for the future of music.

Therefore, it is essential for both researchers and industry professionals to collaborate in order to better understand the impact of artificial intelligence on music and to establish regulations and policies that support technological development while protecting the rights and interests of human creators.

Ultimately, artificial intelligence should not be seen as a replacement for the musician, but rather as a complementary tool that can expand and enrich human musical experiences.

colțurile industriei muzicale, remodelându-i peisajul și provocând normele tradiționale. Prin algoritmi avansați și rețele neuronale, inteligența artificială a demonstrat că poate să ajute la generarea de lucrări muzicale originale și inovative, ridicând întrebări fundamentale despre natura creativității și originalității.

În domeniul educației muzicale, inteligența artificială aduce soluții eficiente pentru învățarea instrumentelor, personalizând lecțiile și accelerând procesul de învățare prin feedback instantaneu. Tehnologiile de inteligență artificială le permit elevilor să studieze în propriul ritm, oferind corecturi și sugestii instantanee, ceea ce contribuie la dezvoltarea lor rapidă. Aplicarea inteligenței artificiale în educație nu se limitează doar la învățarea instrumentelor, ci și la îmbogățirea experiențelor muzicale prin colaborarea dintre elevi și algoritmi, făcând procesul educativ mai accesibil și adaptabil nevoilor fiecărui individ.

În ceea ce privește performanțele muzicale, inteligența artificială facilitează colaborări între muzicieni și algoritmi, extinzând limitele tradiționale ale muzicii interpretate. Automatizarea acompaniamentelor și posibilitatea de a colabora cu inteligența artificială în timpul unui concert le oferă muzicienilor noi modalități de a-și exprima creativitatea și de a atrage audiența prin inovație. Totuși, acest proces ridică și dileme etice semnificative, cum ar fi drepturile de autor asupra creațiilor generate de inteligența artificială și impactul asupra locurilor de muncă din industria muzicală.

În ansamblu, deși inteligența artificială aduce beneficii considerabile în domeniul muzical, aceasta nu este lipsită de provocări. Controversele legate de autenticitatea și originalitatea lucrărilor muzicale generate de inteligența artificială, precum și implicațiile economice și sociale ale acestei tehnologii trebuie analizate cu atenție. Cu toate acestea, faptul că inteligența artificială poate deveni un partener creativ al muzicienilor umani deschide posibilități nelimitate pentru viitorul muzicii.

Prin urmare, este esențial ca atât cercetătorii, cât și profesioniștii din industrie să colaboreze pentru a înțelege mai bine impactul inteligenței artificiale asupra muzicii și pentru a stabili reglementări și politici care să sprijine dezvoltarea tehnologică, protejând în același timp drepturile și interesele creatorilor umani. În final, inteligența artificială nu trebuie să fie văzută ca o înlocuire a muzicianului, ci mai degrabă ca un instrument complementar, care poate extinde și îmbogăți experiențele muzicale umane.

## BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

- [1] Balan-Budoiu, O. (2023). Cyberculture – The Field of IT in Music Education Management. *Information and Communication Technologies in the Musical Field*, 14 (1), 7-14.
- [2] Cope, D. (2005). *Experiments in Musical Intelligence*. Middleton: A-R Editions.
- [3] Duncan, L., and Cruz, F. (2021). AI and Music Education: The Future of Learning Piano. *Computers in Human Behavior*, 114, 106-118.
- [4] Elliott, D., and Watson, A. (2020). The Role of AI in Music Composition. *Journal of Artificial Intelligence in Music*, 4(2), 45-59.

- [5] Levy, F. (2018). Computers and Populism: Artificial Intelligence, Jobs and Politics in the Near Term. *Oxford Review of Economic Policy*, 34(3), 393-417.
- [6] McCormack, J., and Hutchings, P. (2021). AI in Music Performance: Opportunities and Challenges. *International Journal of Music Technology*, 3(1), 55-69.
- [7] McCormack, J., and Hutchings, P. (2019). Creativity and AI: The State of Play in Music. *Creativity Research Journal*, 31(3), 253-263.
- [8] Pujari, V., and Wilson, B. (2023). Copyright and Authorship in AI-Generated Music. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 10(12), 351-354.
- [9] Roberts, L., and Johnson, F. (2022). Copyright and the Role of AI in Music Creation. *Journal of Music Copyright*, 9(2), 67-80.
- [10] Șuteu, L. C., and Rucsanda, M. D. (2024). Self-efficacy Related to Music Technology in Piano Learning and Music Theory. *Information and Communication Technologies in the Musical Field*, 15(1), 15-25.
- [11] Thompson, M., and Harris, F. (2021). Emotional Expressiveness in AI-Generated Music. *Journal of Music Technology*, 12(1), 25-39.
- [12] Zhang, L., Chen, Y., and Lin, Q. (2020). Impact of AI-Powered Music Learning Applications on Student Performance. *Journal of Music Education Technology*, 8(2), 83-96/