

Digitalisation of the Process of Learning Music Theory Starting with Primary Education / Digitalizarea procesului de învățare a teoriei muzicii începând cu învățământul primar

Marius BĂNUȚ

Babeș-Bolyai University, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Department of Educational Sciences, Romania
/ Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Psihologie și Științe ale Educației, Departamentul de Științe ale Educației, România
marius.banut@ubbcluj.ro

Ion ALBULESCU

Babeș-Bolyai University, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Department of Educational Sciences, Romania
/ Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Psihologie și Științe ale Educației, Departamentul de Științe ale Educației, România
ion.albulescu@ubbcluj.ro

ABSTRACT

The present study aimed at verifying an inductive teaching strategy through which the specific concepts of music theory are formed starting from examples and practical activities of composing digital music through computer programming. In this sense, 25 students from the 4th grade carried out programming activities within the compulsory subject responsible with music education, through an educational project implemented over a period of 24 weeks. The score transformation of some musical works from the cultural heritage or children's repertoire into digital audio products, with the help of the Sonic Pi application, represents a practice model for the digitalisation of the didactic process. The good results obtained by students, after the application of a knowledge test, show that making digital music with the help of Sonic Pi corresponds to a theoretical and applied framework through which music theory can be learned applicatively, by primary education or older students alike.

Keywords

music theory, digitalisation of the didactic process, computer programming, primary school, Sonic Pi.

INTRODUCTION

Education, during the pandemic caused by the Coronavirus (Covid-19), faced the challenge of carrying out the instructional-educational process remotely, for students of all age categories. There are subjects the content of which is easier to transmit through the relatively new online communication channel urgently adopted by educational institutions, the Learning Management System (LMS), which, in a pandemic context, was the ideal solution for communication and collaboration. Other subjects, on the other hand, require more creativity, innovation, inspiration and new methods of presenting content. This is also the case of the subject *Music and Movement*, a compulsory discipline within the national curriculum of primary education in Romania. Starting from the specific of the music lessons and the tradition of teaching them, in general, few possibilities for exploiting the educational platforms necessary for teaching this discipline were identified, and even fewer levers were identified for the didactic design of the successful implementation of these lessons, in online format, when the situation requires it. A study conducted on a sample of 39 parents, who became, during the

REZUMAT

Prezentul studiu a urmărit verificarea unei strategii de predare inductivă prin care se formează conceptele specifice teoriei muzicii pornind de la exemple și activități practice de compunere a muzicii digitale prin programarea calculatoarelor. În acest sens, 25 de elevi din clasa a IV-a au desfășurat activități de programare în cadrul disciplinei Muzică și mișcare, printr-un proiect educațional implementat pe o perioadă de 24 de săptămâni. Transformarea portativelor unor lucrări muzicale din patrimoniul cultural sau din repertoriul copiilor în produse audio digitale, cu ajutorul aplicației Sonic Pi, reprezintă un model de practică pentru digitalizarea procesului didactic. Rezultatele bune obținute de elevi, în urma aplicării unui test de cunoștințe, arată că obținerea muzicii digitale cu ajutorul Sonic Pi corespunde unui cadru teoretic și aplicativ prin care teoria muzicii poate fi învățată aplicativ, inclusiv de către elevii din învățământul primar sau care au trecut la nivelul următor de școlaritate.

Cuvinte cheie

teoria muzicii, digitalizarea procesului didactic, programarea calculatoarelor, învățământ primar, Sonic Pi.

INTRODUCERE

Educația, în perioada pandemiei generate de coronavirus (Covid-19), s-a confruntat cu provocarea de a desfășura de la distanță procesul instructiv-educativ, pentru elevi de toate categoriile de vârstă. Există discipline al căror conținut este mai facil de transmis prin relativ noul canal de comunicare online adoptat de urgență de către instituțiile de învățământ, platforma educațională, care, în context pandemic, a fost soluția ideală pentru comunicare și colaborare. Alte discipline, în schimb, necesită mai multă creativitate, inovare, inspirație și metode noi de prezentare a conținuturilor. Acesta este și cazul disciplinei *Muzică și mișcare*. Pornind de la specificul lecțiilor de muzică și al tradiției predării acestora, în general, nu s-au identificat posibilități de exploatare a platformelor educaționale necesare predării acestei discipline și cu atât mai puțin, nu s-au identificat pârghii necesare proiectării didactice pentru desfășurarea cu succes a acestor ore, în format online, atunci când situația o impune. Un studiu efectuat pe un eșantion de 39 de părinți, care au devenit, pe perioada pandemiei, parteneri

pandemic, learning partners of their own children, students in primary education, shows that only in 30.76% of cases these classes were held online, the rest of 69.24% confirming that the lessons were completed individually, offline, by the students, through worksheets provided with or without regularity (Bănuț and Albușescu, 2022). In this context, this paper deals with the field of music education in a variant capable of responding to the challenges brought by the pandemic, proposing, as an alternative for conducting lessons in an online format, the digitalisation of the process of learning music theory beginning with primary education, in a context where the reality of the moment shows that the current school scenario integrates digital teaching. (Catalano, 2021, 93).

THEORETICAL FRAMEWORK

The digitalisation of the didactic process was not initiated, however, during the pandemic, but as the 21st century proliferated knowledge about creative thinking, in the field of music education or not, it became apparent that the application, in creative ways, of the ever-growing knowledge in music should be at the core of classroom philosophy and practice (Hickey and Webster, 2001). The digitalisation of music education comes as a natural replica of the integration of music with the digital in everyday life, as a result of the expansion of media and the technological advance with more possibilities of applying knowledge, caught by Keith Devlin, professor of Mathematics at Stanford University, in a phrase that makes a diachronic analysis of the musical domain or at least a short trip in time: “after all, until the invention of various kinds of recording devices, symbolic musical notation was the only way to store and distribute music, yet no one ever confuses music with a musical score” (Devlin, 2015, 78). Since the invention of technologies, after tape recorders, vinyls, cassettes, CDs and now the Internet appeared, one after the other, nowadays, it is stated that 41.18 % of the children listen to music by choosing it from the computer (Simion, 2015), as it emerges from a study on music education from the perspective of students’ parents in the Romanian school system. The computer is just one example that offers the possibility of converting the audio signal from analog to digital. The digital MIDI sampling synthesizer became available in the early 1980s (Zhan and Yao, 2020), and today many digital technologies use this communication protocol that sustain language and musical expressions. This new system of musical notation and communication language, MIDI, (Moldovan, 2021), which reproduces the pitch of a musical note in semitones by using integers in the range 0-127 (Bell and Bell, 2018), has become well-known, facilitates the understanding and application of the pitch parameter in musical practice, as the practice of using Western music notation and a musical instrument can now be replaced by composition software usage (Laato, Laine and Sutinen, 2019).

Considering all these details, which relate to the evolution of the possibilities of musical creation, similarities can be seen between the specific competence *Improvisation of some songs, associated with bodily movements* of the subject *Music and movement*, for the 4th grade, in the Romanian school system (MEN, 2014) and the key competence, *Digital competence*, related to

de învățare ai propriilor copii, elevi în învățământul primar, arată faptul că doar în 30.76% din cazuri aceste ore s-au desfășurat online, restul de 69.24% confirmând faptul că orele nu au avut loc sau au fost parcurse individual, offline, de către elevi, prin fișe de lucru furnizate cu sau fără regularitate (Bănuț și Albușescu, 2022). În acest context, prezenta lucrare tratează domeniul educației muzicale într-o variantă capabilă să răspundă provocărilor aduse de pandemie, propunând, ca alternativă pentru desfășurarea orelor, digitalizarea procesului de învățare a teoriei muzicale în învățământul primar, într-un context în care realitatea momentului arată că scenariul actual școlar integrează predarea digitală (Catalano, 2021, 93).

CADRUL TEORETIC

Digitalizarea procesului didactic nu a fost inițiată, însă, pe perioada pandemiei, și pe măsură ce secolul XXI a proliferat cunoștințe despre gândirea creativă, fie că este vorba despre domeniului educației muzicale sau nu, a devenit evident că aplicarea, în moduri creative, a cunoștințe lor tot mai voluminoase despre muzică, ar trebui să fie în centrul filosofiei și practicii la clasă (Hickey și Webster, 2001). Digitalizarea educației muzicale vine ca o replică firească a integrării muzicii cu digitalul în viața de zi cu zi, ca rezultat al expansiunii media și al avansului tehnologic cu posibilități de aplicare a cunoștințelor, surprinse de către Keith Devlin, profesor de matematică la Stanford University, într-o frază prin care realizează o scurtă o călătorie în timp: „la urma urmei, până la inventarea diferitelor tipuri de dispozitive de înregistrare, notația muzicală simbolică era singura modalitate de a stoca și distribui muzică, dar astăzi nimeni nu mai asociază muzica cu o partitură muzicală” (Devlin, 2015, 78). De la inventarea tehnologiilor, după ce au apărut, pe rând, magnetofonele, vinilurile, casetele, cd-urile și acum internetul, se constată că, în prezent, 41,18% dintre copii ascultă muzică utilizând un calculator (Simion, 2015), după cum reiese dintr-un studiu referitor la educația muzicală din perspectiva părinților de elevi ai sistemului școlar din România. Calculatorul este doar un exemplu care oferă posibilitatea convertirii semnalului audio din analog în digital. Sintetizatorul digital MIDI a devenit disponibil la începutul anilor 1980 (Zhan și Yao, 2020), iar astăzi multe tehnologii digitale folosesc acest protocol de comunicații care susțin limbajul și expresiile muzicale. Acest nou sistem de notație muzicală și limbaj de comunicare, MIDI (Moldovan, 2021), care reproduce înălțimea unei note muzicale în semitonuri prin utilizarea numerelor întregi din intervalul 0-127 (Bell și Bell, 2018), devenit arhicunoscut, facilitează înțelegerea și aplicarea parametrului de înălțime a sunetului în practica muzicală, deoarece practica utilizării notației muzicale occidentale și a unui instrument muzical poate fi acum înlocuită cu utilizarea software-urilor pentru compunere (Laato, Laine și Sutinen, 2019).

Considerând toate aceste precizări, care țin de evoluția posibilităților de creație muzicală, se întrezăresc similitudini între competența specifică *Improvizarea unor melodii, asociate cu mișcări corporale* a disciplinei *Muzică și mișcare*, pentru clasa a IV-a (MEN, 2014) și competența-cheie, *competență digitală*, pusă în relație de *compunerea muzicii digitale, utilizând programe informatice*, care poate fi o activitate de învățare de bază

the *composition of digital music, using computer programs*, which can be a basic learning activity also at the forefront of the teaching strategy. This is also a practice for the classroom context that encourages the identification of ways to teach less interesting concepts interactively using digital technology (Simion, 2022). As regards body movements, the resulting musical creation can be accompanied by free movement, body percussion movements, movements suggested by the rhythm etc., so that the didactic process does not neglect the relationship of subordination to the educational requirements for primary education, expressed through the school curriculum of the object *Music and movement*.

In the context of technological advancement, music teachers, researchers, and experts advocate for new ways of thinking about the application of music and technology in the classroom. Exploration of teaching strategies and approaches capable of stimulating a variety of forms of musical experience is required, as well as interactivity, creativity, etc. (Ludovico and Mangione, 2015). This is, also, a path to creative pedagogy, which uses the verb “to create” to allow the display of students’ creativity, in a creative process that is also a cognitive process highlighted on this context. In such a learning situation, the use of digital technologies in music teaching and learning seems to be much more attractive for students, based on some arguments that the traditional way of teaching music not always has, such as: interactivity, immediate feedback and access to multiple and varied resources (Hernández-Bravo, Cardona-Moltó and Hernández-Bravo, 2015).

Beyond the attractiveness of the options and the coverage of a student’s interest, the integration of technologies in music lessons presents a utility in clarifying sound phenomenology, relating to sound vibration as it unfolds in time and space. A study conducted with 286 primary school students in Turkey, whose data were interpreted both quantitatively and qualitatively, highlights that students misconceptualize the process of sound transmission (Sözen and Bolat, 2011). The integration of digital technologies in music lessons comes with the premise of correcting such misconceptions, because in a study where the way to explore the musical domain in a meaningful way was considered alongside the use of computational thinking present in decompositions, models, abstractions and algorithms, it was observed that students have the ability to understand musical concepts that exceed the individual level of music theory, implying a much deeper understanding of the acquired knowledge (Bell and Bell, 2018).

However, there are questions about the reasons why music composition is not taught in schools and these are related to: beliefs that composition requires extensive knowledge of music theory, lack of confidence in the teaching of music by primary education teachers, the lack of evidence regarding the effectiveness of the playful approach of music composition and the difficulty of its assessment, although this should not be a problem either, as amazing portfolios can be made with the products of students’ creative activity. Regarding the lack of teaching musical composition in primary education, “the situation with improvisation as one of the promising forms of musical creativity is still among the urgent problems of the general musical education of children” (Aleksseeva

și în prim-planul strategiei didactice. Aceasta este, totodată, o strategie pentru orele de la clasă, care îndeamnă la identificarea unor modalități de a preda concepte mai puțin interesante utilizând tehnologie digitală în mod interactiv (Simion, 2022). În ceea ce privește mișcările corporale, creația muzicală rezultată poate fi acompaniată cu mișcare liberă, mișcări de percucie corporală, mișcări sugerate de ritm etc., mod în care procesul didactic nu neglijează relația de subordonare la cerințele educaționale pentru învățământul primar, exprimate prin programa școlară a disciplinei *Muzică și mișcare*.

În contextul avansului tehnologic, profesori, cercetători și experți în domeniul muzicii pledează pentru noi moduri de a gândi aplicarea muzicii și a tehnologiei la clasa de elevi. Explorarea strategiilor și abordărilor de predare capabile să stimuleze o varietate de forme de experiență muzicală este necesară, precum și interactivitatea, creativitatea etc. (Ludovico și Mangione, 2015). Aceasta este, inclusiv, o cale către pedagogia creativă, care utilizează verbul „a crea” pentru a permite etalarea creativității elevilor, într-un proces creativ care este, totodată, un proces cognitiv pus în lumină pe această cale. Într-o astfel de situație de învățare, utilizarea tehnologiilor digitale în didactica predării și învățării muzicii pare a fi mult mai atractivă pentru elevi, în baza unor argumente de care modul tradițional de predare a muzicii nu dispune întotdeauna, precum: interactivitate, feedback imediat și acces la resurse multiple și variate (Hernández-Bravo, Cardona-Moltó și Hernández-Bravo, 2015).

Dincolo de atractivitatea opțiunilor și acoperirea unui interes al elevului, integrarea tehnologiilor în orele de muzică prezintă o utilitate în clarificarea fenomenologiei sonore, referitoare la vibrația sonoră așa cum se desfășoară în timp și spațiu. Un studiu realizat cu 286 de elevi de școală primară din Turcia, ale cărui date au fost interpretate atât cantitativ, cât și calitativ, evidențiază faptul că elevii conceptualizează greșit procesul de transmitere a sunetului (Sözen și Bolat, 2011). Integrarea tehnologiilor digitale în orele de muzică vine cu premisa de a corecta astfel de concepții greșite, deoarece într-un studiu în care a fost luată în considerare modalitatea de a explora domeniul muzical într-un mod semnificativ alături de utilizarea gândirii computaționale prezentă în descompuneri, modele, abstracții și algoritmi, s-a observat că elevii dispun de capacitatea de a înțelege concepte muzicale care exced nivelul individual de teorie muzicală, de unde derivă o înțelegere mult mai profundă a cunoștințelor achiziționate (Bell și Bell, 2018).

Cu toate acestea, există semne de întrebare cu privire la motivele pentru care compoziția muzicală nu este predată în școli și acestea sunt legate de: credințe potrivit cărora compoziția necesită cunoștințe extinse de teoria muzicii, lipsa încrederii predării domeniului muzical la nivelul cadrelor didactice pentru învățământul primar, lipsa dovezilor privind eficacitatea abordării ludice a compoziției muzicale și dificultatea evaluării acesteia, deși nici aceasta nu ar trebui să fie o problemă, deoarece se pot realiza portofolii uimitoare cu produsele activității creative a elevilor. Referitor la lipsa predării compoziției muzicale în învățământul primar, „situația cu improvizația muzicală, privită ca una dintre formele promițătoare de creativitate muzicală, este printre problemele urgente ale educației muzicale generale a

and Usacheva, 2018, 202). Improvisation is not only one of the promising forms of musical creativity, it is more than that because improvisation has the ability to increase well-being in human lives, a phenomenon of increased interest in education and health (Gravem Johansen, Larsson, MacGlone and Siljamäki, 2017). Thus, composing with the help of software has the potential of clarifying some of the question marks regarding the teaching of music composition in schools, a favorable reason being the fact that the connection is made to mathematics, through music theory and technology (Laato *et al.*, 2019), with practical opportunities arising from the adoption of learning based on the exploration of phenomena. By analogy, in such a context, in the fields of music and mathematics, symbols are nothing more than static representations of dynamic mental processes performed on a flat surface (Devlin, 2015). In fact, in the students' workbook, both of them are visual languages, and recognizing such a language belonging to the music domain is a skill specific to the key competence: *cultural awareness and expression*. When cultural expression is realised through digital technologies, it is the result of computational thinking, and when it is realised by children, it is the result of a playful disposition. Thus, the play and computational thinking present in digital music composition have the role of correlating essential competences, the key competence of *cultural awareness and expression* with the skill of recognizing musical notation, addressing disposal of concerns about the lack of evidence regarding the effectiveness of the playful approach of music composition.

For educational objectives which aim at developing the creative thinking, integrated approach, collaboration, well-being of students, Sonic Pi is a software tool that bridges mathematics and music through real-life experiences that involve generating and solving musical problems, addressing mathematical concepts, algorithm development, structures and notions of variables (Burnard, Lavicza and Philbin, 2016). Based on these notions specific to the fundamentals of informatics, in terms of computer programming, the tool has proved to be useful for pedagogical purposes, new possibilities for musical education, as well as musical creation, being opened up through the development of the Sonic Pi application (Aaron, Blackwell and Burnard, 2016). In a practical way, Sonic Pi is suitable for working with music theory examples and concepts, studying the acoustics of electronically generated sounds, or composing melodies and rhythms (Agostini, 2020), using MIDI notes. This is therefore a way of composing digital music, and learning music by composing has arguments that counterbalance the idea that music theory is seen as a requirement to start composing (Laato *et al.*, 2019), the conclusion being that, both for the promotion of musical composition in the didactic process, and for its actual realization at the level of creative experience for primary education, extensive knowledge of music theory is not necessary. "The clash is itself an interesting musical effect" (Collins, 2001, 8), an effect which, seen from the student level of the primary education, does not require prerequisites to be studied, and for the level of primary education teachers, eliminates the lack of confidence in teaching in the music field.

copiilor" (Alekseeva și Usacheva, 2018, 202). Improvizarea nu este doar una din formele promițătoare de creativitate muzicală, este mai mult decât atât pentru că improvizarea are capacitatea de a crește bunăstarea în viețile umane, fenomen de interes sporit pentru educație și sănătate (Gravem Johansen, Larsson, MacGlone și Siljamäki, 2017). Astfel, compoziția cu ajutorul software-ului are potențialul de a lămurii unele dintre semnele de întrebare în privința predării compoziției muzicale în școli, un motiv favorabil fiind faptul că se realizează conectarea la matematică, prin teoria și tehnologia muzicii (Laato *et al.*, 2019), cu oportunități practice care decurg din adoptarea învățării bazate pe explorarea fenomenelor. Prin analogie, într-un astfel de context, în domeniile muzică și matematică, simbolurile nu sunt nimic altceva decât reprezentări statice ale unor proceselor mentale dinamice, realizate pe o suprafață plană (Devlin, 2015). De fapt, în caietul de lucru al elevilor, ambele sunt limbaje vizuale, iar recunoașterea unui astfel de limbaj specific domeniului muzical este o abilitate specifică competenței-cheie: *sensibilizare și expresie culturală*. Atunci când exprimarea culturală este realizată prin intermediul tehnologiilor digitale, aceasta este rezultatul unei gândiri computaționale, iar când este realizată de către copii, este rezultatul unei predispoziții ludice. Astfel, joaca și gândirea computațională prezente în compozițiile digitale au rolul de a corela competențe esențiale, competența-cheie *sensibilizare și expresie culturală* cu competența de a recunoaște notația muzicală, adresând disiparea îngrijorărilor cu privire la lipsa dovezilor privind eficacitatea abordării ludice a compoziției muzicale.

Pentru obiective educaționale care vizează dezvoltarea gândirii creative, abordarea integrată, colaborarea, starea de bine a elevilor, Sonic Pi este un instrument software care realizează punți de legătură între matematică și muzică prin experiențe de viață reală care presupun formularea și rezolvarea problemelor muzicale, abordând concepte matematice, dezvoltarea de algoritmi, structuri și noțiuni de variabile (Burnard, Lavicza și Philbin, 2016). Luând în considerare aceste noțiuni specifice fundamentelor informaticii, în ceea ce privește programarea calculatoarelor, instrumentului i-a fost probată utilitatea în scop pedagogic, noi posibilități de realizare a educației muzicale, precum și de creație muzicală, fiind deschise prin dezvoltarea aplicației Sonic Pi (Aaron, Blackwell și Burnard, 2016). Concret, Sonic Pi este adecvat pentru a opera cu exemple și concepte de teoria muzicii, pentru a studia acustica sunetelor generate pe cale electronică sau pentru a compune melodii și ritmuri (Agostini, 2020), utilizând notele MIDI. Acesta este, prin urmare, o modalitate de a compune muzică digitală, iar învățarea muzicii compunând are argumente care contrabalansează ideea conform căreia teoria muzicală este privită ca o cerință pentru a începe să compui (Laato *et al.*, 2019), concluzia fiind că, atât pentru promovarea compoziției muzicale în procesul didactic, cât și pentru realizarea propriu-zisă a acesteia la nivel de experiență creativă pentru învățământul primar, nu sunt necesare cunoștințe extinse de teoria muzicii. „*Ciocnirea* sunetelor este în sine un efect muzical interesant" (Collins, 2001, 8), efect care, privit de la nivelul elevului de învățământ primar, nu necesită pre-rechizite pentru a fi studiat, iar pentru nivelul cadrelor didactice de învățământ primar, elimină lipsa încrederii predării domeniului muzical.

Such an activity is also a model for activating and feeding creative thinking, and a model of creative thinking in music is Webster's (Hickey and Webster, 2001), which assumes the existence of a creative product as the concrete finality of an idea, at the end of a complex creative process, such finished products being much easier to achieve with the help of digital technologies. Because one way to teach theory in music education is represented by practical-interactive, experience-based activities (Váradi, 2018), reproducing a sequence of musical notes of a work from the cultural heritage, implemented in a sequence of computer instructions, is a way of learning music theory by composing digital music. In this sense, the Sonic Pi application allows access to the core of electronic music and it is a great way of bringing out students' creativity, allowing them to express their ideas and getting immediate feedback (Agostini, 2020). In the end, this is a valuable model for approaching the teaching-learning process through the lens of promoting at EU Council level the understanding of how digital technologies can support creativity (Council of the European Union, 2018).

For example, an education reform plan was announced, in 2014, in Italy, the key feature of which was the introduction of coding in primary education. Coding involves the use of fundamental concepts of computer programming, and in response to this reform plan they came up with solutions and recommendations such as combining the pedagogical advantages of coding and music education in primary school by proposing *Music coding*, a new subject that would combine algorithmic thinking, digital technology tools and computer interaction with musical experience, creativity or social experiences (Ludovico and Mangione, 2015). Basically, the purpose of the *Music coding* proposal was to create an updated theoretical and applied framework for the school curriculum. Based on similar reasoning, a study that analyzed 57 music composition software concluded that music composition is a promising activity through which mathematics and music theory can be taught in primary schools (Laato *et al.*, 2019).

GENERAL DESCRIPTION OF THE RESEARCH QUESTIONS

Regarding the music education of primary school students, children come with the prerequisites of early education where they have learned various songs and musical games and will continue with introductory music theory in the years to come (Simion, 2015). Thus, the notions of musical theory find their place in the curriculum for primary education responsible for the achievement of musical education, "and the elements of music that define the scope of curriculum are often articulated as a list such as pitch, timbre, texture, dynamics, duration, tempo, and structure" (Burton, 2015; *apud* Bell and Bell, 2018, 153).

The hypothesis of the research starts from the assumption that music theory does not represent a volume of prerequisites indispensable for the composition of some musical fragments, so that these two stages must be approached sequentially within the teaching-learning process, but musical theory can be learned simultaneously with the involvement of students in

O astfel de activitate este, totodată, un model pentru activarea și alimentarea gândirii creative, iar un model de gândire creativă în muzică este cel al lui Webster, care presupune existența unui produs creativ ca finalitate concretă a unei idei, la finalul unui proces creativ complex (Hickey și Webster, 2001), astfel de produse finite fiind mult mai ușor de realizat cu ajutorul tehnologiilor digitale. Pentru că o modalitate de a preda teoria în educația muzicală este reprezentată de activitățile practice-interactive, bazate pe experiență (Váradi, 2018), reproducerea unei secvențe de note muzicale dintr-o operă aparținând patrimoniului cultural, implementată într-o secvență de instrucțiuni pentru calculator, reprezintă o modalitate de a învăța teoria muzicii, compunând muzică digitală. În acest sens, aplicația Sonic Pi permite accesul către nucleul muzicii electronice și este o modalitate excelentă de a releva creativitatea elevilor, permițându-le să-și exprime ideile și să obțină un feedback imediat (Agostini, 2020). Până la urmă, acesta este un model valoros de abordare a procesului de predare-învățare prin prisma faptului că la nivelul Consiliului UE se promovează înțelegerea modului în care tehnologiile digitale pot sprijini creativitatea (Consiliul Uniunii Europene, 2018).

De exemplu, în Italia, în 2014, s-a anunțat un plan de reformă în educație a cărui caracteristică esențială prevedea introducerea codării în învățământul primar. Codarea implică utilizarea conceptelor fundamentale ale programării calculatoarelor, iar ca răspuns la acest plan de reformă s-a venit cu soluții și recomandări precum acelea de a combina avantajele pedagogice ale codării și ale educației muzicale în școala primară propunându-se *music coding*, o nouă disciplină care să îmbine gândirea algoritmică, instrumentele tehnologiilor digitale și interacțiunea computerului cu experiența muzicală, creativitatea sau experiențele sociale. (Ludovico și Mangione, 2015). Practic, scopul propunerii *music coding* era de a realiza un cadru teoretic și aplicativ actualizat la curriculumul școlar. Având la bază rațiuni similare, un studiu care a analizat 57 de softuri dedicate compoziției muzicale a concluzionat că aceasta este o activitate promițătoare prin care matematica și teoria muzicii pot fi învățate în școlile primare (Laato *et al.*, 2019).

DESCRIEREA GENERALĂ A ÎNTREBĂRILOR DE CERCETARE

În ceea ce privește educația muzicală a elevilor din învățământul primar, copiii vin cu pre-rechizite educației timpurii unde au învățat diverse cântece și jocuri muzicale și vor continua cu noțiuni teoretice introductive ale muzicii în anii care vor urma (Simion, 2015). Astfel, noțiunile de teorie muzicală își fac loc în curriculumul pentru învățământul primar responsabil cu realizarea educației muzicale, „iar elementele muzicii care definesc domeniul de aplicare al curriculumului sunt adesea articulate într-o listă, cum ar fi: înălțimea sunetelor, timbrul, textul, dinamica, durata, tempoul și structura ritmică” (Burton, 2015; *apud* Bell și Bell, 2018, 153).

Ipoteza cercetării pornește de la presupunerea că teoria muzicală nu reprezintă un bagaj de pre-rechizite indispensabil compunerii unor fragmente muzicale, astfel încât aceste două etape să fie abordate secvențial în cadrul procesului de predare-învățare, ci teoria muzicală poate fi învățată simultan cu implicarea elevilor în

activities of composing some melodic-rhythmic fragments. Children of all ages have a predisposition towards playing with everything, including sounds, and today's generations increasingly include the computer in the space and time allocated for play. This is a wider context which, in the educational process, creates the premises for the realization of relationships between the applied approach of the musical domain and the knowledge of musical theory, as well as of relationships between the musical domain and the use of the computer, for example computer programming, to generate sounds in the electronic way. It is assumed that, in order for the elements listed above to work together, there should be a support and a relationship between them, an assumption that determines the following questions:

Q1: To what extent can music theory be taught within learning activities that require digital music composition, starting with primary education?

Q2: What are the indicators on the effectiveness of the specific use of computer programming (referring to the digitalisation of the process of teaching music theory), for pedagogical purposes?

RESEARCH OBJECTIVES

Computer programming, through the possibilities of generating musical sounds electronically and the immediate sonic feedback that this facility provides, has the ability to highlight the sound parameters described by music theory. This contribution of computers is seen, in the present study, as a possibility of digitalising the process of learning music theory in a contextualized framework of experimenting sound phenomenology, through play, in primary education. In order to analyze the direct relationship between procedural knowledge (referring here to the ability of composing music) and conceptual knowledge (regarding the rules and ideas that describe musical sounds), the objectives pursued by the present empirical study are:

O1. Designing a contextualized framework for the application of music theory through the use of computer programming, along with the correlation of the contents of the two domains for their application on primary school students;

O2. Analyzing the effectiveness of using computer programming in the process of learning music theory, by testing the knowledge assimilated in a contextualized teaching-learning process.

RESEARCH METHODOLOGY

The present study aims to test the role of computer programming in the process of learning music theory. In this sense, a 4th grade class of 25 students (N=25), from the urban environment in Romania, have been engaged in programming activities during the lessons of the compulsory subject *Music and Movement*, implemented through a county educational project entitled *Music and Programming. Development for life and for the future*. During the 24 lessons, held between November 17, 2020 and June 24, 2021, the students made in programming language, with the help of the Sonic Pi application, various digital melodic fragments, starting from the staves of some musical works from the cultural heritage and from the children's repertoire. The implementation of

activității de compunere a unor fragmente melodico-ritmice. Copiii de orice vârstă au o predispoziție înspre a se juca cu orice, inclusiv cu sunetele, iar generațiile actuale includ tot mai mult calculatorul în spațiul și timpul alocat pentru joacă. Acesta este un context mai amplu care, în procesul educațional, creează premisele realizării unor relații între abordarea aplicativă a domeniului muzical și cunoașterea teoriei muzicale, precum și a unor relații între domeniul muzical și utilizarea calculatorului, de exemplu programarea calculatorului, pentru generarea unor sunete pe cale electronică. Pentru ca elementele enumerate anterior să funcționeze împreună, se presupune că există un sprijin și o relație între acestea, presupunere care atrage după sine următoarele întrebări:

Q1: În ce măsură poate fi învățată teoria muzicală în cadrul unor activități de învățare care solicită compunerea muzicii digitale?

Q2: Care sunt indicatorii asupra eficienței utilizării specifice (referindu-ne la digitalizarea procesului de predare a teoriei muzicale), în scop pedagogic, a programării calculatoarelor?

OBIECTIVELE CERCETĂRII

Programarea calculatoarelor, prin posibilitățile de a genera sunete muzicale pe cale electronică și prin feedback-ul sonor imediat pe care îl oferă această facilitare, are capacitatea de a evidenția parametrii sonori descriși prin teoria muzicală. Acest aport al calculatoarelor este văzut, în prezentul studiu, ca o posibilitate de digitalizare a procesului de învățare a teoriei muzicale într-un cadru contextualizat de experimentare a fenomenologiei sonore, prin joacă, în învățământul primar. În scopul de a analiza relația directă între cunoștințele procedurale, referindu-ne aici la abilitățile de a compune muzică și cunoștințele conceptuale referitoare la reguli și idei care descriu sunetele muzicale, obiectivele urmărite de prezentul studiu empiric sunt:

O1. Realizarea unui cadru contextualizat de aplicare a teoriei muzicale prin utilizarea programării calculatoarelor, alături de corelarea conținuturilor celor două domenii pentru aplicarea acestora în rândul elevilor din învățământul primar;

O2. Analizarea eficienței utilizării programării calculatoarelor în procesul de învățare a teoriei muzicale, prin testarea cunoștințelor asimilate într-un proces contextualizat de predare-învățare.

METODOLOGIE

Prezentul studiu are ca scop testarea rolului programării calculatoarelor în procesul de învățare a teoriei muzicale. În acest sens, o clasă a IV-a formată din 25 de elevi (N=25) din mediul urban au desfășurat activități de programare în cadrul orelor de *Muzică și mișcare*, implementate prin intermediul unui proiect educativ județean intitulat *Muzică și programare. Dezvoltare pentru viață și pentru viitor*. Pe parcursul a 24 de lecții, desfășurate în perioada 17 noiembrie 2020 – 24 iunie 2021, elevii au realizat în limbaj de programare, cu ajutorul aplicației Sonic Pi, diverse fragmente melodice digitale, pornind de la portativele unor opere muzicale din patrimoniul cultural și din repertoriul copiilor. Desfășurarea activităților integrate, proiectate inițial până la 17 iunie 2021, au fost decalate în urma modificării

the integrated activities, initially planned until June 17, 2021, were postponed following the change in the structure of the school year and its extension by two weeks, as a result of an unforeseen intermediate vacation, imposed by the ministry between April and May 2021, because of the evolution of the Covid-19 pandemic situation. This is the context in which most of the lessons were held, the form of organization alternating between online meetings and those in which the students were present in the classroom.

In the whole study, a combined quantitative/qualitative research design was used, through the test method, so that the data obtained were put in relation with findings identified through the direct experience determined by the action research carried out to study the educational effects in a school context of integrated music learning with programming. The research carried out during this period was non-experimental, the action research type being used to directly monitor the implications and effects of the set of lessons designed to address digital music composition in primary education. The action research is an educational research strategy that involves a cyclical process of action and observation (Brown, 2007), in this context, the role of participating researcher being an opportunity to notice, within the teaching-learning process, the connections made between digital music composition and music theory.

At the end of the project, a knowledge test was given to the students, this being the research tool, in which concepts, elements of theory and musical notation were processed, this being the base on which they created the digital songs during the instructional-educational process. The knowledge test presented in Appendix 1 consisted of 8 questions, each rated with one point, through which the students' notions of musical notation and a series of elements of musical language were checked. Music theory aims at cumulating musical knowledge about the pitch of sounds and their duration, deduced directly from musical notation or indirectly from tempo or measure (bar), these being conceptual knowledge that recalls the relationship with sound parameters, a relationship that makes conceptual knowledge work together with factual knowledge.

The data obtained from the application of the knowledge test were introduced into the JASP statistical interpretation program (Version 0.16.3; JASP Team, 2022) and were analyzed, looking for quantitative indicators to answer the research questions. At this stage, action research is complementary to the test method, supporting the interpretation of the test results.

RESULTS

The knowledge test was applied during Lesson no. 24, this being the last meeting within the county educational project *Music and programming. Development for life and for the future*. At the time of the lesson, 23 students (N=23), 12 girls and 11 boys, were present, 2 students from the total of 25 students in the group being absent, in the context of activities held during the Covid-19 pandemic.

With the help of the JASP statistical interpretation application, the comparison chart from Figure 1 was made, which graphically presents the absolute

structurii anului școlar și prelungirii acestuia cu două săptămâni, ca urmare a unei vacanțe intermediare neprevăzute, impusă de către ministerul de resort în perioada aprilie-mai 2021, din cauza evoluției situației pandemice determinate de virusul Covid-19. În acest context s-au desfășurat majoritatea lecțiilor, forma de organizare alternând între întâlnirile online și cele față-în-față.

Acest studiu a utilizat un design mixt de cercetare, cantitativ / calitativ, astfel încât datele obținute prin metoda testului au fost puse în relație cu constatările realizate prin experiența directă determinată de cercetarea-acțiune efectuată pentru studiul efectelor educaționale într-un context școlar de învățare a muzicii prin integrarea programării calculatoarelor. Cercetarea desfășurată în această perioadă a fost una de tip non-experimental, desfășurându-se o cercetare-acțiune, pentru a monitoriza direct implicațiile și efectele setului de lecții conceput pentru abordarea compunerii muzicii digitale în învățământul primar. Cercetarea-acțiune este o strategie de cercetare educațională, care implică un proces ciclic de acțiune și observare (Brown, 2007), în acest context, rolul de cercetător participant fiind o oportunitate pentru a remarca, în cadrul procesului de predare-învățare, conexiunile realizate între compunerea muzicii digitale și teoria muzicală.

La finalul proiectului, elevilor le-a fost administrat un test de cunoștințe, acesta fiind instrumentul de cercetare, în care s-au prelucrat concepte, elemente de teorie și notație muzicală, în baza cărora au realizat melodiile digitale pe perioada procesului instructiv-educativ. Testul de cunoștințe prezentat în Anexa 1 a constat în 8 întrebări, cotate fiecare cu câte un punct, prin intermediul cărora au fost verificate noțiunile elevilor vizavi de notația muzicală și o serie de elemente de limbaj muzical. Teoria muzicală vizează cunoștințe muzicale despre înălțimea sunetelor și durata acestora, dedusă în mod direct din notația muzicală sau indirect din tempo sau măsură, acestea fiind cunoștințe conceptuale care amintesc de relația cu parametrii sonori, relație care face cunoașterea conceptuală să funcționeze împreună cu cea faptică.

Datele obținute în urma aplicării testului de cunoștințe, au fost introduse în programul de interpretare statistică JASP (Versiunea 0.16.3; JASP Team, 2022) și au fost analizate, căutând indicatori cu valoare cantitativă pentru a răspunde întrebărilor cercetării. În această etapă, cercetarea-acțiune este complementară metodei testelor, sprijinind interpretarea rezultatelor obținute prin testare.

REZULTATE

Testul de cunoștințe a fost aplicat în timpul desfășurării Lecției cu nr. 24, aceasta fiind ultima întâlnire în cadrul proiectului educativ județean *Muzică și programare. Dezvoltare pentru viață și pentru viitor*. La momentul desfășurării lecției au fost prezenți 23 de elevi (N=23), 12 fete și 11 băieți, 2 elevi din totalul de 25 de elevi ai grupului fiind absenți, în contextul desfășurării activităților de învățare pe perioada pandemiei de Covid-19.

Cu ajutorul aplicației de interpretare statistică JASP, s-a realizat diagrama de comparație din Figura 1, care prezintă grafic frecvențele absolute ale punctajelor realizate de către subiecții studiului la testul de cunoștințe. Cu ajutorul diagramei se observă că niciun

frequencies of the scores achieved by the study subjects on the knowledge test. Through the diagram, it can be seen that no student obtained a score lower than 4 points, this being the minimum value of the scores obtained and which was achieved by two students, and the maximum value of the score, 8 points, was achieved by 11 students.

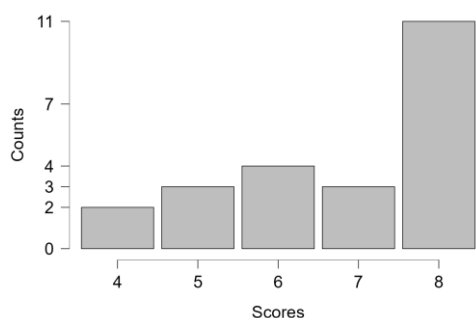


Figure 1. Absolute frequency of scores obtained on the knowledge test.

Achieving the maximum possible score, 8 points being recorded in 11 of the testing cases, describes the dominant tendency in solving the test, almost half of the students (47.83%) being in this situation, according to Table 1. The table also shows the cumulative frequency of the scores, quantifying the proportion of individuals in the study, who are above a certain level of the test scale and thus observing that more than 78% of the students obtained a score greater than or equal to 6.

Table 1. Relative frequency of scores achieved on the knowledge test

Total	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
8	11	47.826	47.826	47.826
7	3	13.043	13.043	60.870
6	4	17.391	17.391	78.261
5	3	13.043	13.043	91.304
4	2	8.696	8.696	100.000
Missing	0	0.000		
Total	23	100.000		

Table 2. Descriptive statistics of students' knowledge test results

	Total
Valid	23
Missing	0
Mode	8.000
Median	7.000
Mean	6.783
Std. Deviation	1.413
Minimum	4.000
Maximum	8.000
25th percentile	6.000
50th percentile	7.000
75th percentile	8.000

So, the score that repeats with the highest frequency in the set of collected answers is the maximum, of 8 points, this being, consequently, the dominant value (module) in the descriptive statistics made in Table 2, a large

elev nu a obținut un scor mai mic de 4 puncte, aceasta fiind valoarea minimă a punctajelor obținute și care a fost realizată de către doi elevi, iar valoarea maximală a punctajului, 8 puncte, a fost realizat de către 11 elevi.

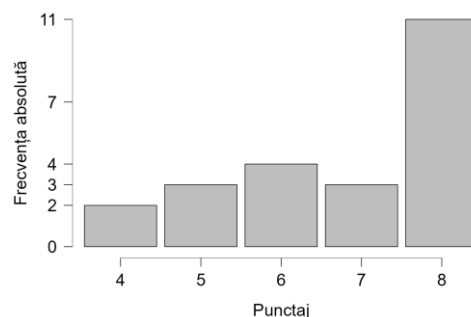


Figura 1. Frecvența absolută a punctajelor obținute la testul de cunoștințe.

Realizarea punctajului maxim posibil, 8 puncte fiind înregistrate în 11 dintre cazurile testării, descrie tendința dominantă în cadrul rezolvării testului, aproape jumătate dintre elevi (47.83%) încadrându-se în această situație, conform Tabelului 1. Tabelul prezintă, de asemenea, frecvența cumulată a punctajelor, cuantificându-se proporția de indivizi ai studiului, care se găsesc peste o anumită treaptă a scalei testului și observându-se astfel că peste 78% dintre elevi au obținut un scor mai mare sau egal cu 6.

Tabelul 1. Frecvența relativă a punctajelor realizate la testul de cunoștințe

Total	Frecvența absolută	Frecvența relativă	Procente valide	Frecvența cumulată
8	11	47.826	47.826	47.826
7	3	13.043	13.043	60.870
6	4	17.391	17.391	78.261
5	3	13.043	13.043	91.304
4	2	8.696	8.696	100.000
Lipsă	0	0.000		
Total	23	100.000		

Tabelul 2. Statistica descriptivă a rezultatelor elevilor la testul de cunoștințe

	Total
Valid	23
Lipsă	0
Modul	8.000
Mediana	7.000
Media	6.783
Deviația Standard	1.413
Minimum	4.000
Maximum	8.000
a 25-a percentilă	6.000
a 50-a percentilă	7.000
a 75-a percentilă	8.000

Așadar, punctajul, care se repetă cu cea mai mare frecvență în setul de răspunsuri colectate, este cel maxim, de 8 puncte, aceasta fiind, în consecință, valoarea dominantă (modul) în statistica descriptivă realizată în Tabelul 2, un procent mare din subiecții studiului obținând această performanță. Statistica descriptivă s-a

percentage of the study subjects achieving this performance. Descriptive statistics were performed to determine the general trend of variation in test results, where the high arithmetic mean of students' scores ($M=6.78$, $SD=1.41$) suggests a successful acquisition of music theory following a teaching-learning process based on digital music composition.

To judge things in essence, a detailed analysis of the data set in the previous table is made by a selection of 5 indices, represented in Figure 2, and these indices are: the minimum score achieved, the 25th percentile, the median, the 75th percentile and the maximum score obtained after solving the test. The 25th percentile shows that only 25% of the responses are below a score of 6, with the minimum of 4. The variability of the results is concentrated between the 25th percentile and the 75th percentile, and the 75th percentile is equal to the maximum possible score, which highlights the 8 points as the dominant value in the set of the obtained scores.

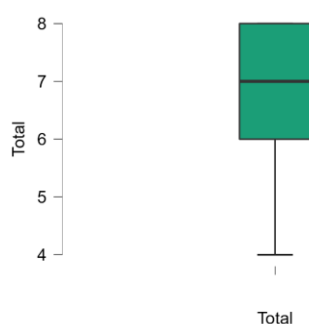


Figure 2. Variability of knowledge test scores.

The applied test was both a research tool and a tool for evaluating students' knowledge. An evaluation grid was introduced at its basis, as presented in Appendix 1. So, by evaluating the knowledge of the 23 students, as shown in Figure 3, the grade "Very good" (60.87%) was obtained by 14 students, the grade "Good" (30.43%) was obtained by 7 students, and the grade "Sufficient" (8.70%) was obtained by 2 students.

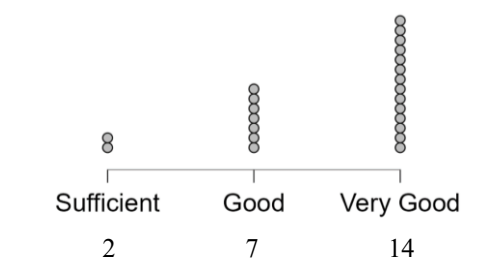


Figure 3. Distribution of grades obtained in the knowledge assessment.

From the beginning of the project to the final testing, the subjects of the study reproduced, using the Ruby programming language on which the Sonic Pi application is based, 22 songs from works of cultural heritage or children's folklore. Most of the songs reproduced were songs specific to the Romanian national culture, but the repertoire of songs also included songs specific to the international space, such as the *Ode to Joy*, a fragment from the 9th Symphony to the music of Ludwig van Beethoven, presented in Figure 4. The example was given to illustrate how the musical message can be converted from the musical language to the programming language.

realizat pentru determinarea tendinței generale de variație a rezultatelor testului, unde media aritmetică ridicată a scorurilor elevilor ($M=6.78$, $SD=1.41$) sugerează o însușire cu succes a teoriei muzicale în urma unui proces de predare-învățare bazat pe compunerea muzicii digitale.

Pentru a judeca lucrurile în esență, o detaliere a setului de date din tabelul anterior este realizată printr-o selecție de 5 indici, reprezentați în Figura 2, iar acești indici sunt: scorul minim realizat, a 25-a percentilă, mediana, a 75-a percentilă și scorul maxim realizat în urma rezolvării testului. A 25-a percentilă arată că doar 25% din răspunsuri sunt mai mici de punctajul cu valoarea 6, minimum fiind 4. Variabilitatea rezultatelor este concentrată între a 25-a percentilă și a 75-a percentilă, iar a 75-a percentilă este egală cu punctajul maxim posibil, ceea ce evidențiază cele 8 puncte ca valoare dominantă în setul de scoruri obținute.



Figura 2. Variabilitatea scorurilor realizate prin testul de cunoștințe.

Testul aplicat a fost atât un instrument de cercetare, cât și un instrument pentru evaluarea cunoștințelor elevilor, la baza căruia a fost introdusă o grilă de evaluare, prezentate în Anexa 1. Așadar, prin evaluarea cunoștințelor celor 23 de elevi, așa cum reiese din Figura 3, calificativul „Foarte bine” (60.87%) a fost obținut de către 14 elevi, calificativul „Bine” (30.43%) a fost obținut de către 7 elevi, iar calificativul „Suficient” (8.70%) a fost obținut de 2 elevi.

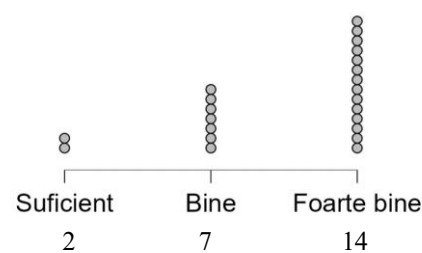


Figura 3. Distribuția calificativelor obținute la evaluarea cunoștințelor.

De la începutul proiectului și până la testarea de la final, subiecții studiului au reprodus, cu ajutorul limbajului de programare Ruby, pe care se bazează aplicația Sonic Pi, 22 de melodii ale unor opere din patrimoniul cultural sau folclorul copiilor. Majoritatea cântecelor reproduse au fost cântece specifice culturii naționale din România, dar repertoriul de cântece a inclus și cântece specifice spațiului internațional, precum *Oda bucuriei*, fragment din Simfonia a IX-a pe muzica lui Ludwig van Beethoven, prezentată în Figura 4. Exemplul a fost dat pentru a ilustra modul în care mesajul muzical poate fi convertit din limbajul muzical în limbajul de programare.



Figure 4. *Ode to Joy* (Beethoven's 9th Symphony Fragment).

Through the action research, it was aimed to improve the educational message delivered in the integrated music-programming approach and to study the effects of its use in a school context, this being an excellent opportunity to observe this complex digitalisation process of learning music theory. Thus, elements of theory and musical notation were processed, taken from the sheet music, this being the base on which they created the input data for the computer, presented in Figure 5. This is the conversion of the *Ode to Joy* music, previously presented, from musical language to programming language, a practice model for the digital songs obtained during the instructional-educational process.

1	define :first_3_bars	15	play 76, release: 0.5	28	first_3_bars
2	do	16	wait 0.5	29	play 76, release: 0.75
3	play 76, release: 0.5	17	play 74, release: 0.5	30	wait 0.75
4	wait 0.5	18	wait 0.5	31	play 74, release: 0.25
5	play 76, release: 0.5	19	play 72, release: 0.5	32	wait 0.25
6	wait 0.5	20	wait 0.5	33	play 74
7	play 77, release: 0.5	21	play 72, release: 0.5	34	wait 1
8	wait 0.5	22	wait 0.5	35	first_3_bars
9	play 79, release: 0.5	23	play 74, release: 0.5	36	play 74, release: 0.75
10	wait 0.5	24	wait 0.5	37	wait 0.75
11	play 79, release: 0.5	25	play 76, release: 0.5	38	play 72, release: 0.25
12	wait 0.5	26	wait 0.5	39	wait 0.25
13	play 77, release: 0.5	27	end	40	play 72
14	wait 0.5			41	wait 1

Figure 5. *Ode to Joy* (Beethoven's 9th Symphony Fragment) written in Sonic Pi application.

In classical musical notation, it is noted that the first 3 bars on the two scores are identical, which is why the musical notes contained by them have been included in a function (define :first_3_bars), to be reproduced by a single call of this name assigned to the first 12 musical notes. This is a way in which music supports the delivery of fundamental programming concepts, functions being one such example, and also a way in which music can align learning outcomes with skills that a modern workforce needs.

The digital reproduction of some songs from the cultural heritage or the children's folklore involves reading and interpreting the musical notes from the scores, which means the parallel perusal of some theoretical and applied models for the achievement of musical education, while establishing a symmetrical relationship between them. This is a finding on the implications of digital music reproduction, a finding made with the occasion of conducting action research, which gives meaning to the very good results obtained following the application of the test. Thus, by using the programming language, a connection was made between the musical notation used to write the scores of the songs addressed and the audio characteristics of the sounds symbolized on the score.

CONCLUSIONS

In conclusion, the analysis of the results of the applied knowledge test provides valuable information about the



Figura 4. *Oda bucuriei* (fragment din Simfonia a IX-a pe muzica lui Ludwig van Beethoven).

Prin cercetare-acțiune s-a urmărit îmbunătățirea mesajului educațional livrat în abordarea integrată muzică-programare și studierea efectelor utilizării acestuia în context școlar, aceasta fiind o ocazie excelentă de a observa acest proces complex de digitalizare a învățării teoriei muzicii. Astfel, au fost prelucrate elemente de teorie și notație muzicală, preluate de pe portativele utilizate, aceasta fiind baza pe care au creat datele de intrare pentru calculator, prezentate în Figura 5. Aceasta este conversia melodiei *Oda bucuriei*, prezentată anterior, de la limbaj muzical la limbaj de programare, model practic pentru obținerea de melodii digitale în cadrul procesului instructiv-educativ.

1	define :first_3_bars	15	play 76, release: 0.5	28	first_3_bars
2	do	16	wait 0.5	29	play 76, release: 0.75
3	play 76, release: 0.5	17	play 74, release: 0.5	30	wait 0.75
4	wait 0.5	18	wait 0.5	31	play 74, release: 0.25
5	play 76, release: 0.5	19	play 72, release: 0.5	32	wait 0.25
6	wait 0.5	20	wait 0.5	33	play 74
7	play 77, release: 0.5	21	play 72, release: 0.5	34	wait 1
8	wait 0.5	22	wait 0.5	35	first_3_bars
9	play 79, release: 0.5	23	play 74, release: 0.5	36	play 74, release: 0.75
10	wait 0.5	24	wait 0.5	37	wait 0.75
11	play 79, release: 0.5	25	play 76, release: 0.5	38	play 72, release: 0.25
12	wait 0.5	26	wait 0.5	39	wait 0.25
13	play 77, release: 0.5	27	end	40	play 72
14	wait 0.5			41	wait 1

Figura 5. *Oda bucuriei* (fragment din Simfonia a IX-a de Ludwig van Beethoven), scrisă în aplicația Sonic Pi.

În notația muzicală clasică, se observă că primele 3 măsuri, de pe cele două portative, sunt identice, motiv pentru care notele muzicale conținute de acestea au fost incluse într-o funcție (define :first_3_bars), pentru a fi reproduse printr-o singură apelare a acestei denumiri atribuită primelor 12 note muzicale. Acesta este un mod în care muzica sprijină expunerea conceptelor fundamentale de programare, funcțiile fiind un astfel de exemplu și, de asemenea, o modalitate prin care muzica poate alinia rezultatele învățării cu abilitățile de care are nevoie forța de muncă modernă.

Reproducerea pe cale digitală a unor cântece din patrimoniul cultural sau folclorul copiilor, implică citirea și interpretarea notelor muzicale de pe portativ, ceea ce înseamnă parcurgerea paralelă a unor modele teoretice și aplicative de realizare a educației muzicale, cu stabilirea unei relații simetrice între acestea. Aceasta este o constatare asupra implicațiilor reproducerii digitale a muzicii, constatare realizată cu ocazia desfășurării cercetării-acțiune, care dă un sens rezultatelor foarte bune obținute în urma aplicării testului. Astfel, prin utilizarea limbajului de programare s-a realizat o legătură între notația muzicală utilizată pentru scrierea portativelor melodiilor abordate și caracteristicile audio ale sunetelor simbolizate pe portativ.

CONCLUZII

În concluzie, analiza rezultatelor testului de cunoștințe aplicat oferă informații valoroase despre rezultate ale

learning outcomes obtained from the digitisation of the music theory learning process through digital music composition activities using the Sonic Pi software application. This is an activity that can be placed in the foreground of the didactic strategy, given the fact that it promotes the improvisation of some songs, a necessary skill in the development of certain competences specific to the subject *Music and movement*, for the 4th grade students in Romania (MEN, 2014).

The more than satisfactory results obtained from the evaluation of students' knowledge show that the exploration of sound phenomenology through the use of computational thinking, in the process of creating certain melodic-rhythmic fragments, leads to the achievement of a good level of knowledge in musical theory, along with a deeper understanding of these knowledge acquisitions, which resonates with the observations made by Bell and Bell (2018). Computational thinking and playing, present in digital music composition activities, at the level of primary education, have the capacity to participate in the development of musical notation recognition ability, because the processing of a sequence of musical notes on a score, in a form of data appropriate to computer operation, is a way of learning music theory by composing digital music.

The interpretation of the test results provides information, on the one hand, about the fact that music theory can be learned applicatively, composing digital music through computer programming, and on the other hand, about the role of programming in the teaching-learning process, which can be used for pedagogical purposes. The present study reinforces the statement of Aaron *et al.* (2016), that the pedagogical utility of programming with the Sonic Pi application has been proven and confirmed by Agostini (2020), which also argues that this is a way of exemplifying some concepts of music theory and, also, a way of realizing music education in a digitalised setting.

The overall conclusion of this action research is that music theory can be learned by composing (Laato *et al.*, 2019), and the composition of digital music with the help of the Sonic Pi application corresponds to a theoretical and applied framework through which music theory can be learned applicatively, *by primary education or older students alike.*

Appendix

Knowledge test (Bănuț, 2022)

1. What is the syllabic name of the following musical note?



a) C	b) D	c) E	d) F	e) G	f) A	g) B
------	------	------	------	------	------	------

2. The lengthening point causes the duration of the musical note to ...?

a) increase	b) decrease	c) does not change
-------------	-------------	--------------------

învățării obținute în urma digitalizării procesului de învățare a teoriei muzicale, prin activități de compunere a muzicii digitale cu ajutorul aplicației software Sonic Pi. Aceasta este o activitate care poate fi plasată în prim-planul strategiei didactice, dat fiind faptul că promovează improvizarea unor melodii, abilitate necesară în formarea de competențe specifice disciplinei *Muzică și mișcare*, pentru clasa a IV-a (MEN, 2014).

Rezultatele mai mult decât satisfăcătoare obținute în urma evaluării cunoștințelor elevilor, arată faptul că explorarea fenomenologiei sonore prin utilizarea gândirii computaționale, în procesul de realizare a unor fragmente melodico-ritmice date, duce la atingerea unui nivel bun de cunoaștere a teoriei muzicale, alături de înțelegerea mai profundă a acestor achiziții de cunoștințe, ceea ce rezonază cu observațiile realizate de către Bell și Bell (2018). Joaca și gândirea computațională, prezente în activități de compunere a muzicii digitale, la nivelul învățământului primar, au capacitatea de a participa la dezvoltarea competenței de recunoaștere a notației muzicale, deoarece prelucrarea unei secvențe de note muzicale de pe un portativ, într-o formă de date fezabile operării computerizate, reprezintă o modalitate de a învăța teoria muzicală, compunând muzică digitală.

Interpretarea rezultatelor testului oferă informații, pe de o parte, despre faptul că teoria muzicală poate fi învățată aplicativ, compunând muzică digitală prin intermediul programării calculatoarelor și pe de altă parte despre rolul programării în cadrul procesului de predare-învățare, care poate fi utilizată în scop pedagogic. Prezentul studiu întărește afirmația lui Aaron *et al.* (2016), că a fost probată utilitatea în scop pedagogic a programării cu ajutorul aplicației Sonic Pi și confirmată de Agostini (2020), care susține, de asemenea, că aceasta este o modalitate de exemplificare a unor concepte de teorie muzicală și realizare a educației muzicale într-un cadru digitalizat.

Concluzia generală a acestei cercetări-acțiune este că teoria muzicală poate fi învățată compunând (Laato *et al.*, 2019), iar compunerea muzicii digitale cu ajutorul aplicației Sonic Pi corespunde unui cadru teoretic și aplicativ prin care teoria muzicii poate fi învățată aplicativ inclusiv în învățământul primar.

Anexa

Testul de cunoștințe (Bănuț, 2022)

1. Care este denumirea silabică a notei muzicale următoare?





a) Do	b) Re	c) Mi	d) Fa	e) Sol	f) La	g) Si
-------	-------	-------	-------	--------	-------	-------

2. Punctul de prelungire face ca durata notei muzicale să ...?

a) crească	b) scadă	c) nu se modifice
------------	----------	-------------------

3. Which of the following musical notes has a higher pitch?

a) A 	b) B 
---	---



4. How many beats does the next musical note get in $\frac{2}{4}$ measure?

a) 4	b) 2	c) 1	d) 0.5	e) 0.25
------	------	------	--------	---------

5. How many beats does the measure of $\frac{3}{4}$ have?

a) 1	b) 2	c) 3	d) 4
------	------	------	------

6. Which of the following breaks has a shorter duration:

a) The quarter break 	b) Halftime break 
--	---

7. In which of the following musical measures, the duration of the musical notes is longer?



a) $\frac{2}{8}$	b) $\frac{3}{4}$	c) $\frac{4}{2}$
------------------	------------------	------------------

8. If the tempo increases, the duration of the musical notes ...

a) increases	b) decreases	c) does not change
--------------	--------------	--------------------

Assessment	
Very good	7 – 8 correct answers
Good	5 – 6 correct answers
Sufficient	3 – 4 correct answers

3. Care dintre următoarele note muzicale este un sunet mai înalt?

a) La 	b) Si 
---	--



4. Câți timpi primește notă muzicală alăturată în măsura $\frac{2}{4}$?

a) 4	b) 2	c) 1	d) 0.5	e) 0.25
------	------	------	--------	---------

5. Câți timpi are măsura de $\frac{3}{4}$?

a) 1	b) 2	c) 3	d) 4
------	------	------	------

6. Care dintre următoarele pauze are o durată mai scurtă?

a) Pauza de pătrime 	b) Pauza de optime 
--	---

7. În care dintre măsurile muzicale următoare, durata notelor muzicale este mai mare?

a) $\frac{2}{8}$	b) $\frac{3}{4}$	c) $\frac{4}{2}$
------------------	------------------	------------------

8. Dacă tempoul crește, durata notelor muzicale ...

a) crește	b) scade	c) nu se modifică
-----------	----------	-------------------

Evaluare	
Foarte bine	7 – 8 răspunsuri corecte
Bine	5 – 6 răspunsuri corecte
Suficient	3 – 4 răspunsuri corecte

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

- [1] Aaron, S., Blackwell, A. F., and Burnard, P. (2016). The development of Sonic Pi and its use in educational partnerships: Co-creating pedagogies for learning computer programming. *Journal of Music, Technology & Education, Vol. 9, No. 1*, 75-94.
- [2] Agostini, R. (2020). Rock around Sonic Pi. Servizio Marconi – Tecnologie della Società dell'Informazione. *Istituto Comprensivo Bologna, Vol. 9*, 1-11.

- [3] Alekseeva, L., and Usacheva, V. (2018). Improvisation in elementary and primary school musical education (Part 1). *Педагогика укыцмба, Vol. 4*, 200-207.
- [4] Bănuț, M. (2022). *Mici muzicieni, mari programatori. Curriculum integrat muzică-programare pentru digitalizarea procesului didactic* [Little musicians, great programmers. Integrated curriculum for music programming for the digitalisation of the teaching process]. Pitești: Editura Paralela 45.
- [5] Bănuț, M., and Albulescu, I. (2022). Computer Science Education, Zone of Proximal Development for Primary School Pupils. In I. Albulescu, and C. Stan (Eds.), *Education, Reflection, Development – ERD 2021, vol 2. European Proceedings of Educational Sciences*, 68-92.
- [6] Bell, J., and Bell, T. (2018). Integrating computational thinking with a music education context. *Informatics in Education, Vol. 17, No. 2*, 151-166.
- [7] Brown, A. R. (2007). Software development as music education research. *International Journal of Education & the Arts, Vol. 8, No. 6*, 1-14.
- [8] Burnard, P., Lavicza, Z., and Philbin, C. A. (2016). Strictly coding: Connecting mathematics and music through digital making. *Proceedings of Bridges 2016: Mathematics, Music, Art, Architecture, Education, Culture*, 345-350.
- [9] Catalano, H. (2021). Designul strategiilor didactice din perspectiva instruirii online [The design of didactic strategies from the perspective of online training], in Ion Albulescu, Horațiu Catalano (coord.), *e-Didactica. Procesul de instruire în mediul online* [e-Didactics. The training process in the online environment]. București: Didactica Publishing House, 91-120.
- [10] Collins, N. (2001). Algorithmic composition methods for breakbeat science. *Proceedings of Music Without Walls*, 21-23.
- [11] Council of the European Union (2018). Council recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning (2018/C 189/01). *Official Journal of the European Union*.
- [12] Devlin, K. (2015). The Music of Math Games. In Mircea Pitici (ed.), *The Best Writing on Mathematics 2014*, Princeton University press, 74-86.
- [13] Gravem Johansen, G., Larsson, C., MacGlone, U. and Siljamäki, E. (2017). Expanding the space for improvisation pedagogy: A transdisciplinary approach. *The 22nd Annual Conference of the Nordic Network for Research in Music Education, University of Gothenburg*, 16-19.
- [14] Hernández-Bravo, J. R., Cardona-Moltó, M. C., and Hernández-Bravo, J. A. (2015). The effects of an individualised ICT-based music education programme on primary school students' musical competence and grades. *Music Education Research, Vol. 18, No. 2*, 176-194.
- [15] Hickey, M., and Webster, P. (2001). Creative thinking in music. *Music Educators Journal, Vol. 88, No. 1*, 19-23.
- [16] JASP Team (2022). JASP (Version 0.16.3) [Computer software]. Retrieved May 5th, 2023, on <https://jasp-stats.org>
- [17] Laato, S., Laine, T., and Sutinen, E. (2019). Affordances of music composing software for learning mathematics at primary schools. *Research in Learning Technology, Vol. 27*, 1-23.
- [18] Ludovico, L. A., and Mangione, G. R. (2015). Music coding in primary school. *Smart Education and Smart e-Learning*, 449-458.
- [19] Ministerul Educației Naționale [MEN] (2014). Programa școlară pentru disciplina *Muzică și mișcare* clasele a III-a – a IV-a și aprobată prin Ordinul MEN nr. 5003/02.12.2014 [The school curriculum for the object Music and movement, grades III – IV, approved by Ministry of Education Order no. 5003/02.12.2014].
- [20] Moldovan, M. (2021). Technologies and their impact in music education. *ICTMF, Vol. 1, No. 12*, 13-19.
- [21] Simion, A. G. (2015). Musical education in the Romanian school system from the parents' perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, Vol. 209*, 484-489.
- [22] Simion, A. G. (2022). *Muzica de la informativ la aplicativ* [Music from informative to applicative]. Cluj-Napoca: Editura Presa Universitară Clujeană.
- [23] Sözen, M., and Bolat, M. (2011). Determining the misconceptions of primary school students related to sound transmission through drawing. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, Vol. 15*, 1060-1066.
- [24] Váradi, J. (2018). Musical education in the primary schools of Hungary, Romania, Serbia and Slovakia. *Život i škola: časopis za teoriju i praksu odgoja i obrazovanja, Vol. 64, No. 2*, 67-75.
- [25] Zhan, T., and Yao, L. (2020). The Aesthetic Significance of the Digitalization of Movie and Television Sounds Based on Digital Media Technology. *2020 International Conference on Economics, Education and Social Research (ICEESR 2020)*, 742-745.