



European Music Portfolio (EMP) – Matematică: “Moduri de transpunere a sunetelor în matematică”

Ghidul profesorului

Autori:

Peter Mall, Maria Spychiger, Rose Vogel, Julia Zerlik

Universitatea de muzică și de arte vizuale, Frankfurt (Main)

Universitatea Goethe, Frankfurt (Main)

Ianuarie 2016



Lifelong
Learning
Programme

Cu sprijinul Programului de învățare de-a lungul vieții al Uniunii Europene. Această publicație reflectă punctul de vedere al Consorțiului de matematici și, Comisia nu poate fi considerată responsabilă pentru orice utilizare pe care o pot avea informațiile conținute în prezenta.

Contribuitori:

Markus Cslovjecsek, Helmut Linneweber-Lammerskitten, Martin Guggisberg, Andreas Richard, Boris Girnat, Daniel Hug și Samuel Inniger (Școala de educare a profesorilor, University of Applied Sciences Northwestern, Elveția)

Carmen Carrillo, Albert Casals, Cristina González-Martín, Jèssica Perez Moreno, Montserrat Prat și Laia Viladot (Universitat Autònoma de Barcelona, Spania)

Maria Argyriou, Maria Magaliou, Georgios Sitotis, Elissavet Perakaki, Katerina Geralis-Moschou (Asociația greacă a profesorilor de educație muzicală, Grecia)

Caroline Hilton, Jennie Henley, Jo Saunders și Graham F. Welch (Institutul de Educație UCL, Marea Britanie)

Slávka Kopčáková, Alena Pridavková, Edita Šimčíková și Jana Hudáková (Universitstes din Prešov, Slovacia)

Raluca Sassu, Anamaria Cățană și Mihaela Bucuta (Centrul de Cercetare în Psihologie, Universitatea “Lucian Blaga” din Sibiu, România)

Peter Ludes (Universitatea Goethe, Frankfurt (Main), Germania)

Drepturi de autor © 2016. Toate drepturile sunt rezervate.

Produs pentru Comenius Lifelong Learning Project (Proiectul de învățare continuă
Comenius)

538547-LLP-1-CH-COMENIUS-CMP

www.maths.emportfolio.eu

Conținut

1	Introducere	5
2	Bazele învățării	7
2.1	De la sarcini la construcție.....	7
2.2	Mediile de predare și învățare.....	8
2.3	Rolul materialelor și al spațiului.....	9
2.4	Structura exemplilor	10
3	Exemple	15
3.1	Săriți pe ritm: relații de multiplicare și măsura.....	15
3.2	Twinkle, Twinkle Little Star	17
4	Concluzii	21
5	Referințe	21

1 Introducere

Muzica și matematica împărtășesc o trăsătură ciudată: mulți oameni cred că nu se pricep la una sau cealaltă (sau la ambele). Totuși, „Nu pot cânta” sau „Nu am înțeles niciodată matematica” nu îi vor împiedica să aibă o carieră de succes și nu ne vor schimba părerile pe care le avem față de ei.

Proiectul ‘European Music Portfolio – Sounding Ways into Mathematics’ = Portofoliul European de Muzică – Metode de transpunere în Matematică (EMP-Matematică) vizează o înțelegere diferită cu privire la această trăsătură. Toată lumea poate cânta sau face muzică și toată lumea poate folosi matematica. Ambele subiecte sunt părți integrale ale vieții și societății noastre. Ce trebuie îmbunătățit este abilitatea noastră de a oferi elevilor oportunități ca să le placă.

Combinarea matematicii și a muzicii în activitatea din cadrul clasei nu este ceva nou. De fapt, numărul de exemple publicate este în continuă creștere. Din păcate mulți cercetători s-au axat doar pe folosirea muzicii pentru îmbunătățirea cunoștințelor matematice, sau generale, și chiar inteligența. Peter Hilton clarifică acest punct în ceea ce privește matematica și muzica:

[...] matematica, la fel ca muzica, merită făcută de dragul ei [...]. Aceasta nu este pentru a nega utilitatea grozavă a matematicii; totuși, această grozavă utilitate, are tendința de a ascunde și de a deghiza aspectul cultural al matematicii. Rolul muzicii nu suferă o asemenea distorsionare, căci este în mod clar o artă a cărei practicare îmbogățește compozitorul, interpretul și audiența, muzica nu trebuie să fie justificată de contribuția sa în anumite aspecte ale existenței umane. Nimeni nu întreabă, după ascultarea unei simfonii a lui Beethoven, ‘Care este utilitatea acesteia?’ În plus, matematica nu câștigă înutilitate prin ignorarea valorii sale inerente – ba din contră, o apreciere a matematicii și o înțelegere a cantității și dinamicii sale inerente este necesară pentru a o putea aplica efectiv (Gullberg, 1997, p. xvii).

EMP-Maths se adresează profesorilor de muzică și matematică în egală măsură, precum și tuturor persoanelor interesate de explorarea lumii matematicii și muzicii.

Acest manual are trei părți principale. Prima, detaliază interconexiunea dintre matematică și muzică. Începând cu pași creativi, subliniază recunoașterea modelului ca fiind abilitatea nucleu pentru ambele subiecte și în final, în cele din urmă cuprinde mituri comune relativ la faptul că muzica are caracter matematic și respectiv, că matematica are caracter muzical.

A doua parte se axează pe bazele învățării și apoi mai profund până la întrebarea de ce muzica și matematica ar trebui predate împreună fără a cădea în capcana de a utiliza-o pe una de dragul celeilalte. Crearea, percepția și acțiunea, precum și efectuarea de experimente, sunt cuvinte cheie luate în considerare.

A treia parte, care este nucleu acestui manual, este o compilație de activități care pot fi folosite în cadrul sălii de clasă. Multe activități și sugestii sunt deja disponibile. Noi urmărim să încurajăm pe toată lumea să le folosească. Cele din acest manual subliniază un număr de domenii matematice și muzicale în scopul acoperirii unor domenii majore: cântatul, ascultatul, rezolvarea problemelor, numere, măsurători și altele. Cu această abordare, dorim să legăm proiectul de subiecte nucleu din aria curriculară a statelor participante: Germania, Grecia,

România, Slovacia, Spania, Elveția și Regatul Unit. Toate exemplele sunt construite pe conceptul de modelelor de design didactic.

Acest manual al profesorului prezintă activități cu conținuturi matematice și muzicale diferite în scopul oferirii profesorilor de resurse, idei și exemple. Aceste activități sunt proiectate pentru a fi extinse, adaptabile la diferite contexte și ajustabile la nevoile fiecărui profesor și studenții lor. Mai mult, aceste activități nu sunt planificate ca să fie efectuate individual; o unitate de învățare poate fi folosită pentru a fi înțeleasă sau pot fi eventual dezvoltate în legătură cu fiecare.

Pe lângă manualul profesorului, proiectul furnizează un curs de dezvoltare profesională continuă (CPD), o pagină web (<http://maths.emportfolio.eu>) din care toate materialele pot fi descărcate și o platformă de colaborare online. O prezentare generală a literaturii și cercetării conexe este disponibilă în documente separate.¹ Broșurile suplimentare pentru profesori furnizează materialele conexe și reprezintă baza pentru cursurile CPD. Proiectul ‘Sounding Ways into Mathematics’ (Transpunerea sunetelor în matematică) este legat de proiectul EMP-Limbi ‘A Creative Way into Languages’ (O modalitate creativă în limbi) (<http://emportfolio.eu/emp/>).

¹ De asemenea consultați ‘Literature Review’ (Hilton, Saunders, Henley, & Henriksson, 2015) și ‘State of the Art Paper’ (Saunders, Hilton, și Welch, 2015).

2 Bazele învățării

2.1 De la sarcini la construcție

Acest capitol ridică două aspecte ale învățării. Sarcinile simbolizează punctul de începere al proceselor de învățare. Sarcinile pot fi caracterizate în așa fel încât “acestea se vor referi mereu la ceva care lipsește” (Girmes, 2003, p. 6). În acest mod, sarcina va fi transformată într-o sursă de învățare, pentru că elevii vor avea nevoie să corecteze deficitul identificat. Bineînțeles, este necesar să facă diferența între “sarcinile de viață” și “sarcinile la școală” (cf. Girmes, 2003, p. 8). “Sarcinile de viață” apar “în întâlnirea dintre om și lume fără ca cineva să formuleze o sarcină pentru alții...” (ibid.). Sarcinile în școală, așa-numitele “sarcinile de învățare” (ibid., p. 10), sunt etapizate și proiectate profesional.

În procesul construcției sarcinilor, condițiile cadrului instituțional și viziunea profesorului asupra lumii devine operativă. Gradele de libertate unor asemenea sarcini pot fi de la scăzute la mărite. Gradele de libertate se referă la libertate de acțiune acordată elevilor în timp ce execută sarcina. Dacă procedurile și rezultatele sunt definite exact, libertatea de acțiune pentru elevi este foarte scăzută. Pe de altă parte, gradul de libertate la sarcinile deschise, care sunt încorporate în medii de învățare, este de obicei mare. Conform cunoștințelor individuale anterioare, abilităților cognitive, interesele și motivațiile elevilor pot fi conduse în diferite modalități atunci când se procesează sarcinile. Aceste modalități diferite conduc de obicei la rezultate diferite, care se află în intervalul de rezultate posibile.

Conceptul de construcție reprezintă următorul proces de învățare. Acest concept subliniază activitatea proprie a persoanei individuale. Profesorul face sugestii, care sunt preluate de către cei care învață pentru a sprijini construcția cunoașterii activă și auto controlată. Suplimentar, inclusiv momentele situaționale ale situațiilor concrete de învățare se axează pe importanța proceselor de interacțiune dintre profesori și elevi (Gerstenmaier & Mandl, 1995; Greeno, 1989) în scopul adoptării cadrelor instituționale, socio-culturale și motivaționale, precum și condițiile prealabile volitive ale elevilor.

Confruntarea sarcinilor în matematică reprezintă un aspect central al muncii educaționale obișnuite a profesorilor și elevilor. Ca răspuns la diversitatea elevilor, sarcinile sunt ordonate în prezent într-o modalitate care le permite elevilor să aleagă diferite abordări, ex. aceștia pot fi procesați la nivelul respectiv al elevilor și premisele lor matematice sau muzicale. Deseori, după o fază a ocupării individuale cu o sarcină, abordările singulare sunt discutate în grupuri mai mari. Activarea elevilor, în sensul descoperirii matematicii sau muzicii, ocupă primul plan.

Foarte des, abordarea lucrului în perechi permite (cf. Barzel, Büchter, & Leuders, 2007, pp. 118–123), în primă instanță, individului să analizeze sarcina, neinfluențat de ideile altor elevi. Se vrea ca etapa de perechi să fie un schimb cu partenerul de învățat; natura publicului limitat a acestei faze oferă spațiu pentru ideile nefinalizate. Doar în ultima etapă este introdusă sala de clasă publică. Aceasta este frecvent efectuată sub formă de prezentări, care sunt apoi discutate în plen. Această metodă de tratare a sarcinilor conduce la construcții individuale de cunoaștere, care, în cadrul etapelor de pereche și de împărțire, pot fi dezvoltate ulterior în sub

formă de discuție; în final, aceasta duce la procese constructive în colaborare. Conceptul de construcție prin colaborare se referă la o construcție de cunoaștere împărtășită și obținută prin schimb social (cf. Brandt & Höck, 2011).

Contrar învățării matematice, învățarea muzicală deseori începe cu procese de grup. În cadrul grupului, învățarea muzicală caracteristică prin intermediul interacțiunii este posibilă, ex. “cerință și răspuns” (Spychiger, 2015a, p. 57). Experiențele cu eficiența acțiunilor individuale versus fundalul acțiunilor obișnuite sunt importante în lecțiile muzicale. De exemplu, un individ care cântă într-un cor ca parte a unui tot mai mare este capabil să obțină expresivitate în performanțele obișnuite (Spychiger, 2015a, p. 53). Mai mult, imitația joacă un rol important în procesele muzicale de învățare, în special în timp ce predăm / învățăm pe cineva să cânte la un instrument.

Ambele procese de învățare, în matematică precum și în muzică, se întrepătrund între polii “învățării individuale” și „învățarea în grup” într-o modalitate circulară pentru a îmbunătăți abilitățile de rezolvare a problemelor. Împreună, învățarea matematică și muzicală într-un sens constructivist poate fi descrisă ca un proces orientat spre acțiune, situațional și social (cf. Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001; Sychiger, 2015a).

Sarcinile de învățare care sunt etapizate în activitățile proiectului EMP prezintă potențial pentru principiile de construcție și construcție în colaborare și ocupă abordările metodice ale matematicii și muzicii.

2.2 Mediile de predare și învățare

Termenii „predare” și „mediu de învățare” au fost dezvoltati într-o perioadă când erau dezvoltate alternativele la educația centrată pe profesor. Căutarea de noi forme de predare și învățare este deseori legată de schimbarea atitudinii față de însăși învățarea. Astăzi, abordările constructiviste ne modelează înțelegerea învățării. Ideea dominantă a învățării este că este un proces de construcție situațională a cunoașterii, care este încorporată în context și cultură (Greeno, 1989). Mai mult, se presupune că învățarea este construită între elev și profesor (Krummheuer, 2007, p. 62).

Învățarea în cadrul mediilor de învățare, care sunt privite ca construcții ale cunoașterii, este bazată pe principii de proiectare. Aceste principii își găsesc propria exprimare în diferite abordări de instruire constructiviste. Exemple de asemenea abordări sunt abordarea de instruire ancorată, abordarea flexibilității cognitive și abordarea uceniciei cognitive. Aceste abordări, care datează din anii 1990, au un aspect în comun: profesorii proiectează o „cameră de învățare” în care elevii sunt practic inițiați în gândirea și acționarea profesională. Aceste tipuri de medii de predare și învățare pot fi caracterizate în următoarea modalitate: “Un mediu de învățare este un loc unde oamenii pot folosi resursele pentru a înțelege și construi soluții utile la probleme” (Wilson, 1996, p. 3). Definiția pentru acest tip de mediu de învățare constructivist este, conform lui Wilson (1996, p. 5):

... un loc unde elevii pot lucra împreună și se pot ajuta unul pe altul, pe măsură ce folosesc o varietate de unelte și resurse de informații, în cadrul ghidării permise în activitățile cu scop de învățare și de rezolvare a problemelor.

Această definiție prezintă clar faptul că mediile de predare și învățare crează spații pentru elevi și, în același timp, sunt proiectate de către profesor. Deci, învățarea în aceste medii este încă instituționalizată, așa cum este anterior planificată și proiectată în mod specific, dar generează specții creative pentru ca elevii să facă contact cu materialul ei înșiși.

Privitul instrucțiunilor ca un mediu subliniază „locul” sau „spațiul” unde apare învățarea. Un mediu de învățare este compus din minimum un elev, „un loc” sau un „spațiu” unde elevul acționează folosind unelte și dispozitive, colectează și interpretează informații, interacționând poate cu alții, etc. (Wilson, 1996, p. 4).

În prezent, termenul de „mediu de învățare” apare deseori împreună cu termenul ‘a diferenția’, mai ales în combinație cu „diferențierea naturală”. Este important ca studenții/elevii să-și găsească propriile metode de a învăța, ritmul propriu de învățare și propria metodă de a-și crea propriile revelații individuale. În ultimul timp, termenul de construcție cu cooperare pare să fie din ce în ce mai important. Împreună cu termenul de construcție în colaborare, “realizarea proiectului individual” capătă un “caracter cultural” (Brandt & Höck, 2011, p. 249).

În domeniul matematicii, este numit „mediu de învățare substanțial”, mediul care are următoarele atribute:

Substanța matematică cu structuri și modele vizibile (cadrul profesional); orientarea către aspecte centrale; potențial cognitiv mare de activare; activitate orientată către conținuturile și procesele matematice; inițierea independenței tuturor elevilor; încurajarea metodelor individuale de gândire și de învățare, precum și forma proprie de prezentare a elevilor; acces pentru toată lumea: activitatea matematică trebuie să fie posibilă la nivel de bază, folosirea abilității de a face conexiuni cu cunoștințele anterioare; provocări pentru cursanții care învață repede cu probleme solicitante; facilitarea schimbului social și a comunicării matematice (Hirt & Wälti, 2008, p. 14; translation by Peter Ludes).

Aceste caracterizări ale mediilor de învățare pot fi transferate activităților din proiectul EMP-Maths. Acestea oferă foarte des potențial înalt de activare cognitivă, care poate fi intensificat de experiența fizică. Accentul rămâne în mod clar pe activitatea proprie a studenților. Activitatea și experiența mutuală crează camere de descoperire pentru cursanți, care integrează procesul de învățare individuală cu interconexiunea matematicii cu muzica. În astfel de camere, care sunt deschise pentru „ideile” copiilor, pot fi create noi medii de învățare. După cum arată Cslovjecssek și Linneweber (2011), cursanții devin colaboratori substanțiali în procesul de predare și învățare.

2.3 Rolul materialelor și al spațiului

Materialele sunt desemnate pentru numeroase procese diferite de învățare matematice. Materialele servesc ca unelte pentru imaginație, inițierea de procese de gândire și facerea lor să fie explicite (cf. Hülswitt, 2003, p. 24). Materialele vizualizează gândurile matematice și ajută în procesele de învățare. Structurile obiectelor matematice, ex. numere, sunt materializate. Imaginile mentale pot fi construite de către activități cu aceste materiale matematice, ex. secvențele de mișcare sunt înlocuite cu imagini mentale (Vogel, 2014). Învățarea muzicală este însoțită de sunet și instrumente muzicale, precum și de elemente vizuale și ritmuri. În acest mod, materialele muzicale servesc ca parte a producției muzicale. În cadrul teoretic, conceptul

imaginilor mentale este mai puțin evidențiat; ba din contră, interacțiunea dintre elev și material devine focalizată (Vogel, 2014, p. 231).

Conform lui Vygotsky, un material are funcția unui mediator:

Funcțiile mentale superioare există de ceva vreme într-o formă distribuită sau „împărțită”, când elevii și mentorii acestora folosesc noi unelte culturale împreună în contextul rezolvării unor sarcini. După obținerea (în terminologia lui Vygotsky înseamnă „adecvat”) unei varietăți de unelte culturale, copiii devin capabili de folosirea independentă a funcțiilor mentale superioare (Bodrova, E. & Leong, D.J., 2001, p. 9).

Materialele, și în special acțiunile ghidate asociate cu materialele, reprezintă un limbaj tehnic, o abordare și o gândire funcțională, o cultură axată pe subiect. Materialele pot deci, să garanteze accesul la lumea axată pe subiect. În același timp, materialele oferă oportunitatea de a include lumea elevilor (Vogel, 2014). Materialele ocupă funcția de mediere în învățarea matematică, precum și în învățarea muzicală. Educația timpurie începe deseori cu materialele de joacă ale copiilor (jucării). Funcțiile sunt desemnate acestui material de joacă în procesul de învățare matematică sau muzicală. Un set de obiecte este transformat într-o reprezentare a numărului, alocarea aranjamentelor de pe masă fiind privită ca relații de funcționale, și cratița sau cana devin un instrument care scoate sunete.

Incluzând spațiul din crearea mediilor de învățare permite considerarea corpului uman ca fiind o a treia dimensiune. Individul se experimentează pe el însuși/ ea însăși ca o a treia dimensiune. Secțiunile de mișcare și acțiune ale corpului pot fi interpretate matematic (Vogel, 2008). Mișcările corpului, cum ar fi bătutul din palme, pot fi mijloace de producție muzicală.

2.4 Structura exemplilor

Acest manual al profesorului include șase exemple care dau o impresie a posibilităților de combinare a matematicii și muzicii în sala de clasă. Structura data urmează un model de design didactic. Modelele de design au fost prima oară dezvoltate de către Alexander et al. (1977), și au fost apoi “adoptate pentru aria de predare și învățare” (Vogel, 2014, p. 232). Modelele de design descriu probleme repetitive și furnizează soluții generalizate pentru acestea (Vogel & Wippermann, 2011). Acest lucru este realizat printr-o structură formală care descrie (didactic) situațiile (modelele) într-o modalitate deschisă, dar totuși standardizată. Exemplele trebuie să treacă prin câteva revizii înainte să ajungă în starea lor finală.

Următoarele exemple, prezentate în capitolul cinci, sunt toate structurate în patru părți principale, din care a treia, *Implementarea*, descrie conținutul activității.

Prezentare generală	Deliberări pregătitoare	Implementare	Alternative
<ul style="list-style-type: none"> • Titlu • Subiect • Cuvinte cheie • Scurtă descriere • Atribuirii la colectarea de subiecte legate de matematică și muzică 	<ul style="list-style-type: none"> • Cerințe preliminare în matematică • Cerințe preșiminare în muzică • Conexiuni între matematică și muzică 	<ul style="list-style-type: none"> • Scopuri • Grupul țintă • Scala de timp • Abrodarea standard • Materiale, imagini, muzică 	<ul style="list-style-type: none"> • Alternative • Abordări ulterioare în muzică • Abordări ulterioare în matematică

Figura 1: Structura continuă a tuturor exemplor din secțiunea 5

Partea I: Prezentare generală

Această secțiune furnizează informații generale referitoare la fiecare exemplu pentru a găsi ușor activități adecvate pentru fiecare scop. Cuvintele cheie date și scurta descriere furnizează o incursiune rapidă în activitate. Ca multe exemple construite pe idei simple, profesorii pentru clasele de avansați pot lucra cu această revizie și cu o scurtă privire în secțiunea trei. Dar neluând în seamă o privire la variațiile în orice caz, pentru că noi considerăm că aceasta este cea mai importantă parte pentru dezvoltarea ulterioară.

Conectată cu acest manual este o listă de „aptitudini cheie și însușiri esențiale” pentru matematică, dar și pentru muzică. Fiecare activitate este conectată la această colecție de subiecte, pentru că acestea sunt prezentate în diferite documente oficiale ale tuturor statelor partenere.

Partea II: Deliberările preparatorii

Prin deliberările preparatorii se asigură faptul că copiii au suficiente cunoștințe și abilități necesare pentru această activitate. Unele dintre acestea pot fi mai importante decât altele, dar activitățile sunt menite să fie distractive și ar trebui să fie ușor de manipulat de către copii fără dificultăți majore. Vă rugăm să vă asigurați că observați cu atenție această secțiune.

Partea III: Implementarea

A treia secțiune oferă scurte instrucțiuni referitoare la cum *poate* fi implementată în școală. Abordarea standard oferită furnizează un ghid referitor la cum se poate începe. Urmează ideea unei traiectorii line.² Este mai mult decât o introducere rapidă și nu poate înlocui o pregătire adecvată a lecțiilor și a subiectelor. În plus, scopurile, grupul țintă și scara de timp preconizată oferă mai multe informații detaliate care pot fi folosite pentru pregătirea activității.

² Liebetrau (2004, p. 9).

Partea IV: Alternative

Alternativele nu prezintă doar abordări diferite pentru activitatea dată, dar mult mai mult decât atât, acestea se vor ca un deschizător de drumuri către o lume a învățării transversale a subiectului dat al activității. Activitățile date în manualul profesorului sunt scurte și ușoare

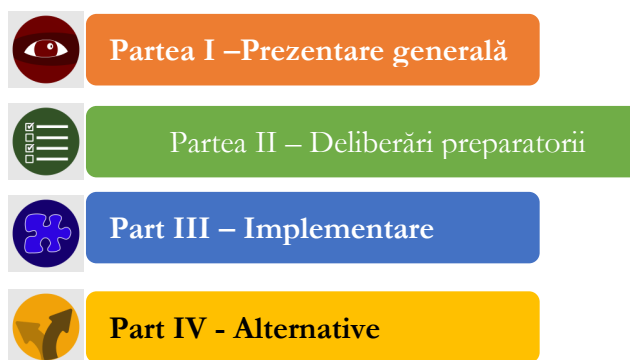


Figura 2: Structura exemplilor cu pictograme

intenționat. Fiecare activitate poate fi privită ca o poartă într-un nou univers de idei.

Exemplele prezentate în capitolul 5 sunt afișate în șablonul prezentat în figura 5. Șablonul folosește pictograme pentru o orientare rapidă în cadrul părților: Partea I, prezentarea generală, apare cu un *ochi*. Partea II, descrierea pregătitoare a cerițelor preliminare în matematică și muzică, folosește imaginea unui *carnețel de notițe*. Această parte colectează de asemenea idei de fundal cu privire la conexiunile dintre matematică și muzică, și este cea mai intelectuală parte a prezentării. Pictograma pentru partea III prezintă o *piesă de puzzle*. Acest lucru înseamnă că această activitate – cu scopurile și caracteristicile sale – este o contribuție concretă la idea generală din fundalul acestei abordări de învățare: transpunerea sunetelor în matematică sau transpunerea matematicii în sunete. În final, pictograma pentru partea IV, prezintă două *săgeți* orientate în direcții diferite. Sub acest paragraf, sunt date variații ale activității, încât profesorii să dispună de mai mult de o modalitate de executare a acesteia, și poate, să-i încurajăm să găsească noi modalități ei înșiși.





Activities Template - Title	
Topic	
Keywords	
Short Description	
Assignment to the Collection of Subjects/Core of Music and Maths	
<hr/>	
Preparatory Considerations	
Pre-requisites in Maths	
Pre-requisites in Music	
Connection between Maths and Music (including the additional benefit of learning)	
<hr/>	
Implementation of the Activity	
Aims	
Target group (age of the students, size of the group, special students, ...)	
Time Scale	
Activity – Standard Approach	
Material, Pictures, Music – Material-Spatial-Arrangement	
<hr/>	
Variations	
Variations	
Further Approaches in Music	
Further Approaches in Math	
<hr/>	
References	

Figura 3: Sablonul exemplelor

3 Exemple

3.1 Săriți pe ritm: relații de multiplicare și măsura

Temă

Această activitate folosește o aplicație concretă fizică, timbru și măsură pentru a încuraja copiii să folosească modelul și ritmul pentru a dezvolta o înțelegere mai profundă a relațiilor de multiplicare.



Cuvinte cheie

Măsură, ritm, relații multiplicative

Scurtă descriere

Prin numărarea măsurilor cu vocal și tare într-un cer, combinată cu elemente de percuție corporală, copiii își dezvoltă ulterior înțelegerea relațiilor de multiplicare. Atât măsura muzicală, cât și relațiile de multiplicare vor fi evidențiate în această activitate.

Numirea temelor / nucleul muzicii și al matematicii

Muzică: Puls, măsură și ritm; practical music making

Matematică: Gândirea matematică și efectuarea de conexiuni; comunicarea ideilor matematice; relațiile numerice – înmulțire, estimare

Aspecte preparatorii

Cerințe de cunoștințe matematice

Adunare, înmulțire, modele

Cerințe de cunoștințe muzicale

Coordonare fizică (bătutul din palme / bătaia din picior), ritm

Conexiuni între matematică și muzică (inclusiv beneficiile suplimentare ale învățării)

Relații de înmulțire și măsura muzicală

Implementarea activității

Scopuri

Înțelegerea copiilor a relațiilor în înmulțire și a măsurii muzicale este dezvoltată prin axarea pe grup și realizarea concretă.



Grupul țintă (vârsta studenților, dimensiunea grupului, studenții speciali, etc.)

Vârste: 7+ ani, activitate cu întreaga clasă de elevi

Timp

20+ minute

Activitate – Abordare standard

- Stați într-un cerc cu copiii. Explicați că fiecare copil va spune un singur număr de la 1 la 4 în timp ce înconjoară sala de clasă, acum, începeți cu copilul din stânga dumneavoastră și faceți înconjurul clasei, numărând 1, 2, 3, 4; continuați până ce fiecare copil din cerc a spus un număr (1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, etc.). Repetați acest proces și obțineți un ritm.
- După ce copiii au prins gustul acestui joc, veți adăuga ceva percuție corporală. Cereți copiilor cu numărul 1 să bată din palme la auzirea numărului lor și cereți copiilor cu numărul 4 să bată din picior. Atunci când faceți înconjurul clasei, terminați la numărul 4? Pot copiii să explice de ce se întâmplă acest lucru?
- Este foarte probabil ca runda să nu se termine la 4. Dacă acesta este cazul, cereți copiilor să preconizeze de câte ori trebuie să facă cercul ca să se termine la a 4? Încercați și vedeți ce se întâmplă.
- Acum, încercați aceeași activitate cu numere diferite (ex. 1, 2, 3, 4, 5 or 1, 2, 3). Este important ca copiii să fie încurajați să preconizeze ce se va întâmpla și de ce înainte de încercarea activității. Au avut ei dreptate?
- Ce observă copiii despre diferitele măsuri? Există niște măsuri pe care aceștia le preferă? De ce se întâmplă acest lucru?

Materiale, imagini, muzică – Dispunere spațială a materialelor

Resurse: Nu sunt solicitate resurse suplimentare.

Alte considerente: Această activitate ar trebuie desfășurată într-o cameră unde copiii au loc să stea într-un cerc și apoi să lucreze în perechi.

Alternative

Alternative

- Puteți întreba copiii pentru a adăuga alte elemente de percuție corporală (ex. lovituri cu palma, clicuri) la numerele care sunt situate între primele și ultimele numere).
- Clasa de elevi poate fi divizată în două sau mai multe grupuri și activitatea poate fi apoi repetată cu fiecare grup. Ce observă aceștia în acest timp? A fost mai ușor sau mai greu?
- Pe baza primei activități, copilul 2 și copilul 3 rămân tăcuți, dar grupul încă trebuie să păstreze tempoul, așa că singurele sunete sunt pentru bătăile 1 și 4.

Abordări ulterioare în muzică

- Copiii pot crea propriul element de percuție corporală.
- Copiii pot folosi instrumente în loc de numere și percuție corporală.
- Pentru o mai mare provocare, copiii pot include pauze în performanțele acestora.

Abordări ulterioare în matematică

- Activități bazate pe multipli, factori, cel mai mic multiplu comun și cel mai mare factor comun
- Activități care implică modele și secvențe
- Dezvoltarea ideilor de permutări și combinații

3.2 Twinkle, Twinkle Little Star

Temă

Utilizați cântatul pentru a explora simetria, tiparul, timpul și reflexia.



Cuvinte cheie

Ritm, reflexie, motiv, reflexie, transformare și simetrie

Scurtă descriere

Copii vor explora ceea ce se întâmplă atunci când transform muzica. Vor descoperi de asemenea faptul că există modele diferite, dacă pun accentul pe ritm sau pe notele musicale. Acest lucru îi va ajuta să înțeleagă faptul că dacă se concentrează asupra diferitelor aspecte ale unei probleme, acestea vor avea soluții diferite.

Numirea tuturor subiectelor/nucleul muzicii și matematicii

Puls și bătaie; punerea în practică a muzicii; compunere și improvizare utilizând vocea; aprecierea muzicii; și conștientizare acustică prin ascultare și interpretare

Aprecieri preparatorii

Cerințe obligatorii de cunoștințe matematice

Modele și secvențe, și ceva experiență cu reflexii



Cerințe obligatorii de cunoștințe muzicale

Coordonare fizică (bătăi din mâini și din picioare), pulsație, utilizare vocii pentru cântat, ascultat

Legătura dintre matematică și muzică (inclusiv beneficiile suplimentare ale învățatului)

Modele, secvențe, și transformări

Implementarea activității

Scopuri

Copiii vor învăța despre simetrii, modele și motive în muzică și matematică.

Grup țintă (vârsta elevilor, mărimea grupului, elevi speciali, etc.)

Vârsta: 8+ ani. O clasă întreagă și muncă în perechi/grup

Timp

20+ minute

Activitate – Abordare standard

- Cântați cântecul cu toată clasa de câteva ori pentru a vă asigura de faptul că copiii sunt familiarizați cu acesta. Poate fi de ajutor să scrieți cuvintele pe tablă sau pe o hârtie să le poată vedea copiii. Întrebați copiii dacă au observat un model sau o simetrie în melodie (modele de ritm, modele de melodie, forma A-B-A).
- Desenați melodia cu ajutorul liniilor, arătând urcușurile și coborâșurile.
- Acum, bateți din palme ritmul cu copiii și întrebați ce modele au observat de data aceasta. Sunt aceleași sau sunt diferite de ceea ce au observat înainte?
- Apoi, rugați copiii să lucreze în perechi sau în grupuri mici. Copiii trebuie să aleagă un motiv din cântec, folosind sau cântecul, sau melodia sau ritmul. Rugați copiii să creeze propria lor notare pentru a reprezenta motivul. Apoi copiii trebuie să exploreze ceea ce se întâmplă când reflectă motivul și aceștia trebuie să deseneze această reflexivă. S-ar putea ca copiii să dorească să utilizeze oglinzi pentru a verifica dacă au desenat reflexia corect. După ce ați făcut acest lucru copiii trebuie să exerseze cântatul sau bătaia motivului împreună cu reflexia. S-ar putea să fie mai ușor dacă copiii încearcă să cânte melodia fără cuvinte.

Materiale, poze, muzică – Dispunerea spațială a materialelor

Resurse: Oglinzi, copii ale cântecelor

Alte cerințe: Această activitate trebuie organizată într-o cameră unde copiii au loc să stea în cerc. În cazul în care există o tablă copiii nu vor avea nevoie de copii ale cântecului.

Twinkle, Twinkle Little Star

Twinkle, Twinkle Little Star

Twinkle, twinkle, little star
How I wonder what you are

Up above the world so high
Like a diamond in the sky
When the blazing sun is gone
When he nothing shines upon

Then you show your little light
Twinkle, twinkle, all the night

Alternative

Alternative

Există multe alte cântece care pot fi alese ca și punct de plecare, însă ceea ce este important este să fie cântece foarte familiare copiilor și să aibe o structură foarte simplă.



Alte abordări în muzică

Utilizați diferite versiuni ale cântecului, cum ar fi:

- *A, B, C* (cântec);
- *Baa, Baa Black Sheep*;
- *A vous dirais je maman* (versiunea originală);
- Alternative Mozart ale cântecului;
- Louis Armstrong's *What a Wonderful World* (inspirată de melodie);
- Alegeți o temă și prezentați o versiune nouă a cântecului. De exemplu:

I came into school today
And I shouted "Let's go play!"
Saw my friends and off we went
Round the playground, through the fence
I came into school today
And I shouted "Let's go play!"

- Instrumentele pot fi utilizate pentru a explora diferitele transformări.

Alte abordări în matematică

- Activitatea poate fi executată utilizând alte transformări (rotații și traduceri). Putem face același lucru cu ritmuri și scoruri cum facem cu cuvintele?
- Ideea de utilizare a unui motiv și a unei transformări poate fi explorată utilizând desene pentru imagini de fundal sau hârtii de împachetat. Pot fi exploatate și desene mai tradiționale cum ar fi cele utilizate în arta și desenele islamice.
- Această activitate poate de asemenea să aibe ca și rezultat învățarea combinațiilor și permutațiilor și poate fi un support pentru învățarea fracțiilor.
- Ideile pot fi dezvoltate pentru includerea învățării secvențelor.

4 Concluzii

Cu ajutorul acestui manual, evidențiem importanța muzicii și matematicii în viața de zi cu zi și promovăm importanța egală a ambelor topici în mediul de învățământ. Muzica și matematica sunt parteneri egali în abordarea unui învățământ interdisciplinar modern. Noi credem că, cu ajutorul activităților prezentate în acest manual și pe website-ul proiectului, profesorii vor avea posibilitatea să lucreze cu elevii și să devolve idei noi, nu doar în legătură cu matematica și muzica, ci și în legătură cu alte combinații, după cum s-a prezentat în proiectul despre limbi.

Principala concluzie care izvorăște din combinația didactică a predării matematicii și muzicii este faptul că apar tot mai multe idei în momentul în care ne concentrăm asupra aspectelor comune a celor două sisteme de semne și inteligența umană (conform Gardner, 1983). Pe scurt, există sunete în matematică, la fel cum există matematică în sunete.

În final, dorim să încurajăm pe toată lumea să se alăture proiectului participând la un curs CPD, colaborând cu colegii cu ajutorul platformei online (<http://maths.emportfolio.eu>) și împărtășind activitățile proprii.

5 Referințe

- Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., & Angel S. (1977). *A Pattern Language. Towns, Buildings, Construction*. New York: Oxford University Press.
- Barzel, B., Büchter, A., & Leuders, T. (2007). *Mathematik Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor.
- Bodrova, E. & Leong, D.J. (2001). Tools of the Mind: A Case Study of Implementing the Vygotskian Approach in American Early Childhood and Primary Classrooms. Genf: International Bureau of Education. Retrieved from <http://www.ibe.unesco.org/publications/inno07.pdf>
- Brandt, B., & Höck, G. (2011). Ko-Konstruktion in mathematischen Problemlöseprozessen – partizipationstheoretische Überlegungen. In B. Brandt, R. Vogel, & G. Krummheuer (Eds.), *Die Projekte erStMaL und MaKreKi. Mathematikdidaktische Forschung am „Center for Individual Development and Adaptive Education“ (IDeA)* (pp. 245–284). Münster: Waxmann.
- Cslovjecssek, M., & Linneweber-Lammerskitten, H. (2011). Snappings, clappings and the representation of numbers. *The New Jersey Mathematics Teacher*, 69(1).
- Decroupet, P. (1995). Rätsel der Zahlenquadrate: Funktion und Permutation in der seriellen Musik von Boulez und Stockhausen. *Positionen: Beiträge zur Neuen Musik*, (23), 25–29. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=rih&AN=1996-12042&site=ehost-live>
- Devlin, K. (2003). *Mathematics: The Science of Patterns*. New York: Owl Books.
- Dewey, J. (1925). *Experience and nature. Later Works, 1935-1953, Vol. 1*. Carbondale: Southern Illinois University Press.
- Dewey, J. (1980/1934). *Art as Experience*. New York: Perigee Books. New York: Perigee Books.
- Egeler-Wittmann, S. (2004). Magische Zahlen - historische Geheimnisse? Guillaume Dufays "Mon chier amy". *Musik & Bildung*, 36(95)(1), 30–35.
- Elliott, D. J. (1987). Structure and Feeling in Jazz: Rethinking Philosophical Foundations. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, (95), 13–38. doi:10.2307/40318198
- Elliott, D. J., & Silverman, M. (2014). *Music matters: A philosophy of music education* (Second edition).

- Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity. Advanced mathematical thinking. In D. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking* (pp. 42–53). Dodrecht: Kluwer.
- Fine, P., Berry, A., & Rosner, B. (2006). The effect of pattern recognition and tonal predictability on sight-singing ability. *Psychology of Music*, 34(4), 431–447. doi:10.1177/0305735606067152
- Fischinger, T., & Kopiez, R. (2008). Wirkungsphänomene des Rhythmus. In H. Bruhn (Ed.), *Rororo: 55661 : Rowohlt's Enzyklopädie. Musikpsychologie. Das neue Handbuch* (pp. 458–475). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Gembris, H. (1998). *Grundlagen musikalischer Begabung und Entwicklung. Forum Musikpädagogik: Bd. 20*. Augsburg: Wissner.
- Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 867–888.
- Girmes, R. (2003). Die Welt als Aufgabe ?! Wie Aufgaben Schüler erreichen. In H. Ball (Ed.), *Friedrich-Jahresheft: Vol. 21. Aufgaben. Lernen fördern - Selbstständigkeit entwickeln* (pp. 6–11). Seelze: Friedrich.
- Greeno, J. G. (1989). A perspective on thinking. *American Psychologist*, 44(2), 134–141.
- Gruhn, W. (2005). *Der Musikverstand: Neurobiologische Grundlagen des musikalischen Denkens, Hörens und Lernens* (2., neu überarb. Aufl.). *Olms Forum: Vol. 2*. Hildesheim: Olms, G.
- Gullberg, J. (1997). *Mathematics: From the birth of numbers* (1st ed.). New York: W.W. Norton.
- Henning, H. (2009). Würfel, Sphären, Proportionen - Mathematik, die man "hören" kann [Cubes, spheres, proportions - mathematics to be "heard"]. *Der Mathematikunterricht*, 55(2), 28–30.
- Hilton, C., Saunders, J., Henley, J., & Henriksson, L. (2015). *European Music Portfolio (EMP) – Maths : Sounding Ways Into Mathematics. A Review of Literature*. Retrieved from http://maths.emportfolio.eu/images/deliverables/Literature_Review_EMP_M.pdf
- Hindemith, P. (1940). *Unterweisung im Tonsatz; Band 1*: Mainz: Schott.
- Hirt, U., & Wälti, B. (2008). *Lernumgebungen im Mathematikunterricht: Natürliche Differenzierung für Rechenschwache bis Hochbegabte* (1. Aufl.). Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Hülswitt, K. L. (2003). Material als Denkwerkzeug. *Theorie und Praxis der Sozialpädagogik*, (10), 24–27.
- Hümmer, A., Münz, M., Müller Kirchof, M., Krummheuer, G., Leuzinger-Bohleber, M., & Vogel, R. (2011). Erste Analysen zum Zusammenhang von mathematischer Kreativität und kindlicher Bindung. Ein interdisziplinärer Ansatz zur Untersuchung der Entwicklung mathematischer Kreativität bei sogenannten Risikokindern. In B. Brandt, R. Vogel, & G. Krummheuer (Eds.), *Die Projekte erStMaL und MaKreKi. Mathematikdidaktische Forschung am „Center for Individual Development and Adaptive Education“ (IDeA)* (pp. 175–196). Münster: Waxmann.
- Jourdain, R. (2001). *Das wohltemperierte Gehirn: Wie Musik im Kopf entsteht und wirkt*. Heidelberg, Berlin: Spektrum, Akad. Verl.
- Kelstrom, J. M. (1998). The Untapped Power of Music: Its Role in the Curriculum and Its Effect on Academic Achievement. *NASSP Bulletin*, 82(597), 34–43. doi:10.1177/019263659808259707
- Krummheuer, G. (2007). Kooperatives Lernen im Mathematikunterricht der Grundschule. In K. Rabenstein (Ed.), *Kooperatives und selbstständiges Arbeiten von Schülern. Zur Qualitätsentwicklung von Unterricht* (1st ed., pp. 61–86). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lang, A. (1993). Zeichen nach innen, Zeichen nach außen - eine semiotisch-ökonomische Psychologie als Kulturwissenschaft. In P. Rusterholz & M. Svilar (Eds.), *Welt der Zeichen - Welt der Wirklichkeit. Referate der Münchenwiler Tagung und der Vorlesungsreihe des Collegium generale der Universität Bern im Sommersemester 1992* (Vol. 38, pp. 55–85). Bern: Haupt.
- Lehmann, I. (2009). Fibonacci-Zahlen - Ausdruck von Schönheit und Harmonie in der Kunst [Fibonacci numbers - expression of beauty and harmony in art]. *Der Mathematikunterricht*, 55(2), 51–63.

- Liebetrau, P. (2004). *Planung von gutem Unterricht. Ringvorlesung "Unterricht, der Schülerinnen und Schüler herausfordert.* Retrieved from <http://www.uni-kassel.de/refsp/Ringvorlesung/vorlesung%20Liebetrau.pdf>
- Lorenz, J.-H. (2003). Rhythmus und Mathematik. *Sache, Wort, Zahl*, 31(56), 16–20.
- Merker, B. (2000). Synchronous Chorus and the Origins of Music. *Musicae Scientiae*, 3(1 suppl), 59–73. doi:10.1177/10298649000030S105
- Neubert, S. (2008). John Dewey (1859-1952). In B. Dollinger (Ed.), *Klassiker der Pädagogik. Die Bildung der modernen Gesellschaft* (2nd ed., pp. 221–246). Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss.
- Nimczik, O. (2002). There must be countless ways of counting. "Counting Keys" und "Counting Duets" von Tom Johnson. *Musik & Bildung*, (1), 48–51.
- Poincaré, H. (1948). *Science and method*. New York: Dover. New York: Dover.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, K. N. (1995). Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis. *Neuroscience Letters*, 185(1), 44–47. doi:10.1016/0304-3940(94)11221-4
- Reimer, B. (1989). Music Education and Aesthetic Education: Past and Present. *Music Educators Journal*, 75(6), 22–28. doi:10.2307/3398124
- Reinmann-Rothmeier, G., & Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Eds.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch* (pp. 601–646). Weinheim.
- Saunders, J., Hilton, C., & Welch, G. F. (Eds.). (2015). *European Music Portfolio (EMP) – Maths: Sounding Ways Into Mathematics. State of the Art Papers.* Retrieved from http://maths.empportfolio.eu/images/deliverables/State_of_the_Arts_EMP_M.pdf
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on teaching and learning* (pp. 334–370). Old Tappan, NJ: Macmillan.
- Simpkins, S. D., Vest, A. E., & Becnel, J. N. (2010). Participating in sport and music activities in adolescence: the role of activity participation and motivational beliefs during elementary school. *Journal of youth and adolescence*, 39, 1368-86.
- Small, C. (1998). *Musicking: The meanings of performing and listening*. Music/culture. Hanover: University Press of New England.
- Smolej Fritz, B., & Peklaj, C. (2011). Processes of self-regulated learning in music theory in elementary music schools in Slovenia. *International Journal of Music Education*, 29, 15-27. doi:10.1177/0255761410389658
- Spychiger, M. (1997). Aesthetic and praxial philosophies of music education compared: A semiotic consideration. *Philosophy of music education review*, 5(1), 33–41.
- Spychiger, M. (2015a). Lernpsychologische Perspektiven für eine grundschulspezifische Musikdidaktik. In M. Fuchs (Ed.), *Musikdidaktik Grundschule. Theoretische Grundlagen und Praxiseinsparungen* (1st ed., pp. 50–71). Esslingen: Helbling.
- Spychiger, M. (2015b). Theorie-Praxis Bezug im Mentoring. Beispiele und pädagogische Interaktionen in Praxisgesprächen. In C. Villiger (Ed.), *Zwischen Theorie und Praxis. Ansprüche und Möglichkeiten in der Lehrer(innen)bildung* (pp. 109–130). Münster [u.a.]: Waxmann.
- Spychiger, M. B. (1995). Rationales for Music Education: A View from the Psychology of Emotion. *Journal of Aesthetic Education*, 29(4), 53. doi:10.2307/3333291
- Spychiger, M. B. (2001). Understanding Musical Activity and Musical Learning as Sign Processes: Toward a Semiotic Approach to Music Education. *Journal of Aesthetic Education*, 35(1), 53. doi:10.2307/3333771
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (2000). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Stoll, R. W. (2001a). musik: wörter, töne zahlen. *Neue Zeitschrift für Musik*, (1), 42–47.

- Stoll, R. W. (Ed.). (2001b). *Neue Zeitschrift für Musik*. CLXII/1 (January–February 2001): *Magie der Zahl* [The magic of numbers] (Vol. 162). Mainz: Schott Musik International.
- Vogel, R. (2005). Patterns - a fundamental idea of mathematical thinking and learning. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 37(5), 445–449. Retrieved from <http://subs.emis.de/journals/ZDM/zdm055a17.pdf>
- Vogel, R. (2008). Mathematik im Kindergartenalltag entdecken und erfinden – Konkretisierung eines Konzepts zur mathematischen Denkentwicklung am Beispiel von Bewegung und Raum. In B. Daiber & W. Weiland (Eds.), *Impulse der Elementardidaktik. Eine gemeinsame Ausbildung für Kindergarten und Grundschule* (pp. 89–100). Hohengehren: Schneider Verlag.
- Vogel, R. (2014). Mathematical Situations of Play and Exploration as an Empirical Research Instrument. In U. Kortenkamp, B. Brandt, C. Benz, G. Krummheuer, S. Ladel, & R. Vogel (Eds.), *Early Mathematics Learning* (pp. 223–236). Springer New York. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-4678-1_14
- Vogel, R., & Wippermann, S. (2011). Dokumentation didaktischen Wissens in der Hochschule: Didaktische Design Patterns als eine Form des Best-Practice-Sharing im Bereich von IKT in der Hochschullehre. In K. Fuchs-Kittowski, W. Umstätter, & R. Wagner-Döbler (Eds.), *Wissensmanagement in der Wissenschaft* (2nd ed., Vol. 2004, pp. 27–41). Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung e.V. c/o Inst. f. Bibliotheks- und Informationswissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin. Retrieved from http://www.wissenschaftsforschung.de/JB04_27-41.pdf
- Waters, A. J., Underwood, G., & Findlay, J. M. (1997). Studying expertise in music reading: Use of a pattern-matching paradigm. *Perception & Psychophysics*, 59(4), 477–488. doi:10.3758/BF03211857
- Weber, E. W. (1991). *Schafft die Hauptfächer ab!: Plädoyer für eine Schule ohne Stress*. Gümligen [etc.]: Zytglogge.
- Wilson, B. G. (1996). *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*. Englewood Cliffs, N.J.: Educational Technology Publications.