

HOKUS POKUS

Karolina Dvojković¹, Sanja Pavlović Šijanović¹

¹Gimnazija Vukovar, Vukovar

Sažetak

Suvremeni čovjek potpuno je srastao s tehnologijom, od uporabe kućanskih aparata do tableta, računala ili pametnih telefona. Današnja djeca i prije nego budu uključena u odgojno – obrazovni proces nauče koristiti i primjenjivati tehnologiju u svakodnevici što ih u mnogome razlikuje od vršnjaka od prije 10 ili 20 godina. Okruženost tehnologijom utječe na način razmišljanja, prikupljanja informacija te njihovu obradu. Pojedina istraživanja provedena na razini Republike Hrvatske upućuju da nastavnici pokazuju interes za korištenjem tehnologije u nastavi, no nerijetko su nedovoljno ili neadekvatno educirani za njeno korištenje [1]. Korištenje IKT u nastavnom procesu može biti dobitna kombinacija i za učenike i za nastavnike [2, 15].

U nekoliko primjera koji slijede pokazat ćemo uporabu i primjenu IKT u nastavi fizike koja odgojno – obrazovni proces pretvara u skladnu, sinkroniziranu cjelinu. Dobit učenika je velika jer ih na taj način pripremamo za daljnje obrazovanje te za tržište rada.

Na ljestvici dobiti primjene IKT-a u nastavi fizike na visokim mjestima nalaze se motivacija, aktivno učenje, mjerenje, obrada i predočavanje rezultata mjerenja, izračunavanje vrijednosti, uspostavljanje odnosa između teorijskih pretpostavki i eksperimenta i još mnogo drugoga [3, 4, 9, 15].

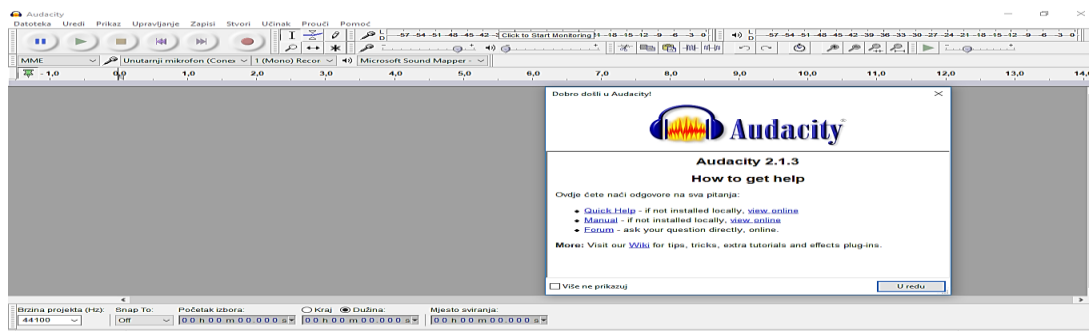
Interdisciplinarni pristup u nastavi uz upotrebu IKT otvara put istraživačkoj i konstruktivističkoj nastavi. Temeljna odlika istraživački usmjerene nastave je razvijanje znanstvenog pristupa uz primjenu sheme provođenja znanstvenog istraživanja, od promatranja do dizajna istraživanja i donošenja zaključka.

Budući je u nastavi fizike širok spektar uporabe IKT uz konstruktivistički pristup u primjerima koji slijede fokusirali smo se na obradu zvuka. Navedene primjere izradili su učenici prvog i trećeg razreda prirodoslovno-matematičkog usmjerenja Gimnazije Vukovar uz mentorstvo profesorica iz informatike i fizike.

O Audacity-u

Audacity je program za snimanje zvučnog zapisa i njegovu obradu. Audacity je besplatan program otvorenog koda i samim time je dostupan svima koji se njime žele koristiti, učiti, proučavati, poboljšavati i dijeliti s drugima. Može se preuzeti sa sljedeće web adrese: <http://www.audacityteam.org/download/> [5]. Za razliku od drugih, također dostupnih programa, Audacity osim što je besplatan ujedno je i vrlo jednostavan te nudi brojne mogućnosti, kao što su: uređivanje raznih formata zvuka: WAV, AIFF, FLAC, MP2, MP3 ili Ogg Vorbis, uvoz i izvoženje WAV, MP3, Ogg Vorbis, AIFF, Flac i drugih audio formata, snimanje i reprodukcija zvučnog zapisa, obrada zvuka, Cut, Copy i Paste naredbe s neograničenim mogućnostima Undo-a, usporedni rad na više audio zapisa, njihovo spajanje i preklapanje, digitalni efekti i podrška za plug-inove, obrada zvuka promjenom amplitude zvučnog zapisa, mogućnost za uklanjanje buke i šumova koji su posljedica neadekvatne opreme ili prostora za snimanje, konvertiranje vrpce i snimke u digitalni zapise ili na CD, mnogo drugih

efekata uključujući promjenu brzine zvučnog zapisa i slično. Slika 1 prikazuje izgled sučelja programa Audacity [6].



Slika 1: Sučelje programa za obradu zvuka Audacity

O Vernier-u

Za razliku od Audacityja koji je besplatan program otvorenog koda, Vernier tehnologija i senzori za prikupljanje i obradu podataka su komercijalnog tipa, odnosno imaju tržišnu cijenu, i najzastupljeniji su u STEM području. Moglo bi se reći da su Vernier tehnologija i senzori standard na STEM području. U pokusima koji slijede koristili smo LabQuest Vernier, senzore Microphone i Vernier Motion Detector – Go! Motion prikazan na slici 2 [7, 8, 16].

Iskušajmo i usporedimo rezultate mjerenja Audacityjem i Vernierom na istim pokusima.



Slika 2: Ultrazvučni senzor Verina Motion Detector – Go! Motion

Hokus pokus 1 - Određivanje ubrzanja slobodnog pada

a) Određivanje ubrzanja slobodnog pada programom Audacity



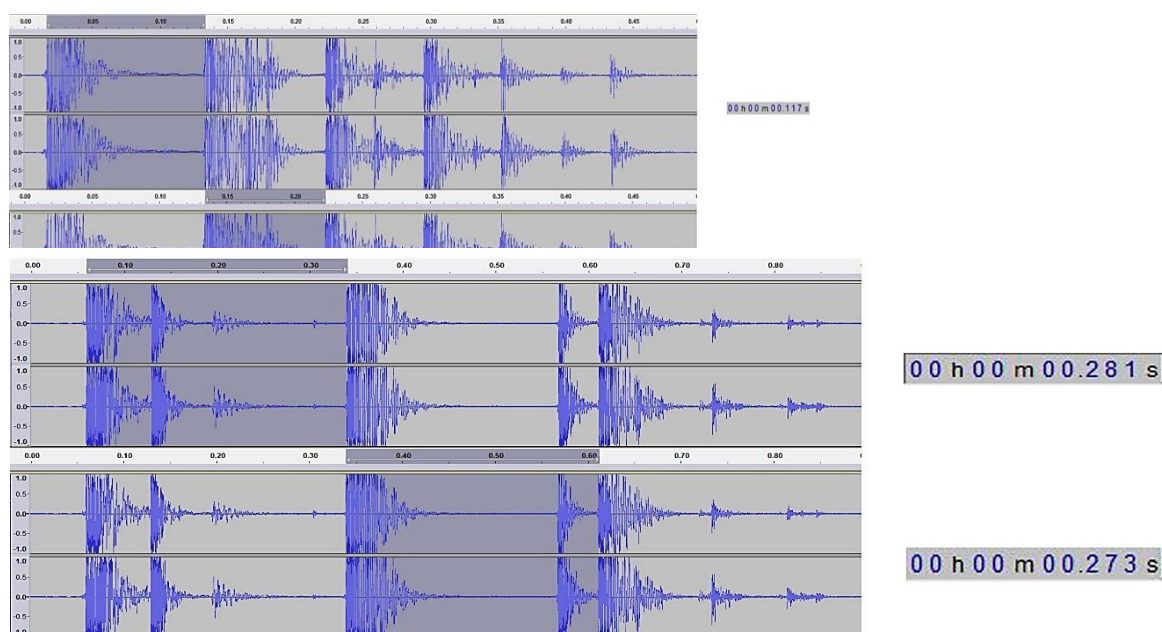
Slika 3: Snimanje slobodnog padanja matica s različitih visina te obrada zvučnog zapisa snimljenog Audacityjem

Videosnimka pokusa Slobodni pad matica

https://drive.google.com/open?id=0B1GWJpAp_dCUNEFLRHRyNzVqWm8

Analiza video snimke slobodnog pada

Video snimka prikazuje slobodno padanje matica u dva dijela kao što je prikazano na slici 3. Prvi dio video snimke prikazuje matice privezane na međusobno različite udaljenosti koje slobodno padaju [9]. Programom Audacity se snima zvuk u trenutku kada matica udari o tlo. Zvuk se obrađuje na način da se određuje vremenski interval između udaraca koje ostavljaju matice, međusobno susjedne. Na temelju poznatih udaljenosti izmjerenih između matica, što je prikazano na slici 3, i vremenskih intervala prikazanih na slikama 4 i 5, računa se ubrzanje slobodnog pada [6].



Slika 5: Snimka zvučnog zapisa slobodnog padanja matica koje se nalaze na međusobno različitim udaljenostima

Sa snimke zvučnog zapisa slobodnog padanja matica koje su privezane na međusobno jednakim udaljenostima, prikazane slikom 4, možemo uočiti da su vremenski intervali između slobodnih padova susjednih matica međusobno različiti, a to upućuje na zaključak da brzina kojom padaju matice nije jednaka. Dakle, slobodni pad je ubrzano gibanje.

Za određivanje iznosa slobodnog pada možemo se poslužiti slikama 3 i 5.

Prva je matica privezana na udaljenost 40 cm od tla i slobodno je padala 0,281 s, iz mirovanja, kao što je prikazano na slikama 3 i 5. Na temelju podataka izračunamo ubrzanje $a = \frac{2h}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,4m}{(0,281s)^2} = 10,13 \frac{m}{s^2}$ [10]

Druga je matica privezana na udaljenost 154 cm od tla i slobodno je padala tijekom 0,554 s, iz mirovanja. $a = \frac{2h}{t^2} = \frac{2 \cdot 1,54m}{(0,554s)^2} = 10,04 \frac{m}{s^2}$ [10]

Uzevši u obzir sve pogreške koje su se mogle javiti prilikom izvođenja ovog eksperimenta dobiveni računski iznos je zadovoljavajući.

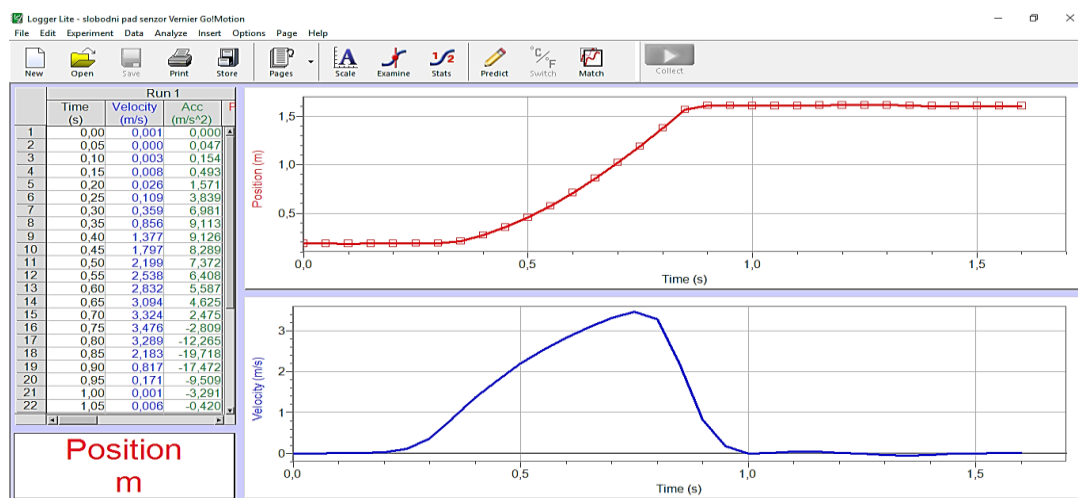
- a) Određivanje ubrzanja slobodnog pada s ultrazvučnim senzor Vernier Motion Detector – Go! Motion

Ultrazvučni senzor Vernier Motion Detector – Go! Motion se postavi na određenu visinu, kao na slici 6, na koju se ispod senzora postavi predmet koji se pusti da slobodno pada [16].



Slika 6. Prikupljanje podataka slobodnog padanja tijela ultrazvučnim senzor Vernier Motion Detector – Go! Motion

Prikupljene podatke senzor može prikazati u različitim pregledima, kao dijagram ili tablicu (slika 7).



Slika 7: Podaci snimljeni ultrazvučnim senzorom Vernier Motion Detector – Go! Motion u tabličnom prikazu i dijagramu

Kao što se može i uočiti, ultrazvučnim senzorom Vernier Motion Detector – Go! Motion prikupi se mnogo više podataka uz trenutačan prikaz tablice i grafa, što dalje može poslužiti za detaljniju analizu nekih projektom predviđenih zadataka. Međutim, ako se u obzir uzmu jednostavni fizikalni pokusi u kojim zahtjevi nisu preveliki nego kvantitativni podatak mjerenja služi usvajanju nekog fizikalnog koncepta, tada se izbor tehnologije nameće sam po sebi.

Hokus pokus 2: Određivanje frekvencije nekih tonova glazbene ljestvice

Video snimka Određivanje frekvencija nekih tonova:

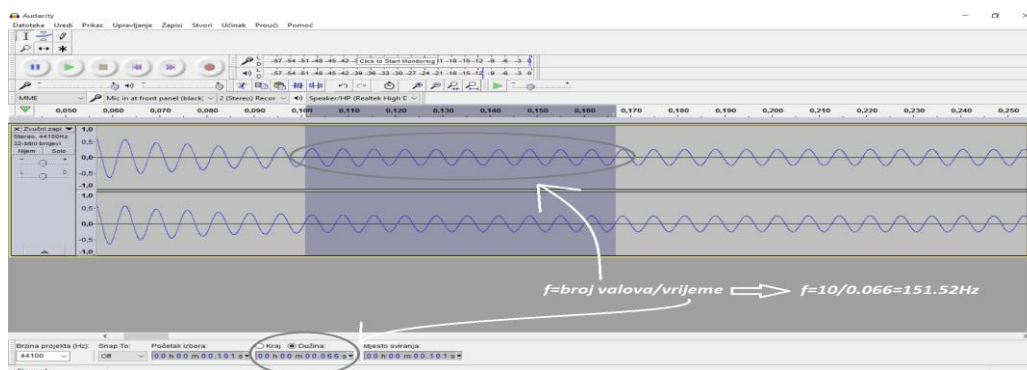
https://drive.google.com/open?id=0B1GWJpAp_dCUbzNWVGnpM2Vfcmc

Za razliku od prvog primjera uporabe IKT-a u nastavi fizike, u primjeru koji slijedi, učenike uistinu možemo pridobiti i potaknuti na znatiželju, otkrivanje, eksperimentiranje, mjerenje, donošenje zaključaka. Glazba je uvijek ta koja potiče na kreativno izražavanje, potiče na proširivanje obzora (u ovom slučaju fizikalnih).

Zvuk je longitudinalni val. Stojni longitudinalni valovi određeni su stupcem zraka u svirali. Ton koji ćemo dobiti nekim sviralom ovisi o frekvenciji, geometrijskoj konstrukciji i materijalu od kojega je svirala načinjena. Skala ili ljestvica je niz više uzastopnih tonova koji se penju od jednog tona do drugog, kao po nekoj ljestvici [11-13]. Pokusom određujemo frekvencije, uz uporabu programa Audacity i Vernier senzor Microphone, nekoliko tonova tonske ljestvice te ih uspoređujemo s teorijskim vrijednostima.

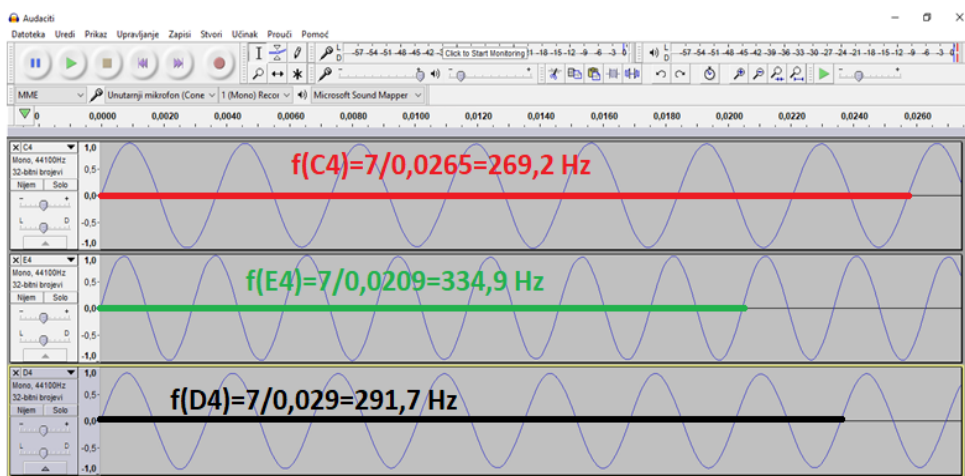
a) Audacityjem

Ako u običnu bocu upuhujemo zrak kao rezultat tog djelovanja dobit ćemo zvuk koji će ujedno biti ton. U teoriji glazbe uobičajene su tonske ljestvice. Dakle svaki određeni ton ima točno određenu frekvenciju. Uporabom programa Audacity prvo se određuje tzv. rezonantna frekvencija boce koja je specifična za svaku bocu i ovisi o parametrima poput debljine stakla, obliku boce, visini grla boce. Računski postupak određivanja rezonantne frekvencije boce iz eksperimenta prikazan je na slici 8.



Slika 8: Snimanje Audacityjem i određivanje rezonantne frekvencije prazne staklene boce upuhivanjem zraka

Zatim smo uporabom programa Audacity snimili tri tona C4, D4 i E4 što je prikazano na slici 9. Svi tonovi su nastali upuhavanjem zraka u bocu u kojoj se nalazi određeni stupac vode.



Slika 9. Snimanje tonova C4, D4 i E4 i određivanje frekvencija primjenom fizikalnog izraza uz očitavanje podataka iz programa Audacity

Iz snimke zapisa na slici 9 možemo primjenom fizikalnog izraza izračunati frekvenciju svakog od ova tri tona te dobivene vrijednosti usporediti s teorijskim vrijednostima prikazanim na slici 10.

Таблица 13. Фреквенције и висине на еднаво-темперираној скали

Нотa	Фреквенција (Hz)	Висина (semitone)
A0	27.50	-18
B0	30.87	-17
C1	32.70	-16
D1	36.71	-15
E1	41.20	-14
F1	43.65	-13
G1	49.00	-12
A1	55.00	-11
B1	61.74	-10
C2	65.41	-9
D2	73.42	-8
E2	82.41	-7
F2	87.31	-6
G2	98.00	-5
A2	110.00	-4
B2	123.50	-3
C3	130.81	-2
D3	146.83	-1
E3	164.81	0
F3	174.61	1
G3	196.00	2
A3	220.00	3
B3	246.94	4
C4	261.63	5
D4	293.23	6
E4	329.63	7
F4	349.23	8
G4	392.00	9
A4	440.00	10
B4	493.88	11
C5	523.25	12
D5	587.33	13
E5	659.26	14
F5	698.46	15
G5	784.00	16
A5	880.00	17
B5	987.77	18
C6	1046.50	19
D6	1175.00	20
E6	1319.00	21
F6	1397.00	22
G6	1568.00	23
A6	1760.00	24
B6	1976.00	25
C7	2093.00	26
D7	2349.00	27
E7	2637.00	28
F7	2794.00	29
G7	3136.00	30
A7	3520.00	31
B7	3951.00	32
C8	4186.00	33

Slika 10. Teorijske vrijednosti frekvencija tonova



Slika 11. Snimanje zvučnog zapisa tona

Nakon ove jednostavne analize podataka u potrazi za frekvencijom odsviranog tona, primjenom izraza za Helmholtzovu rezonantnu frekvenciju provjeravamo da li eksperimentalna visina stupca zraka odgovara gore dobivenim vrijednostima frekvencija pojedinog tona [14].

Izraz koji nazivamo Helmholtzovom rezonantnom frekvencijom $f_{Helmholtz} = \varepsilon \cdot \frac{v}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{a}{V \cdot l}}$ gdje su ε - faktor oblika, v – brzina zvuka u zraku, a – površina grla koja ovisi o obliku, V – obujam, l – visina grla

Tablica 1 Frekvencije tonova dobivene mjerenjem

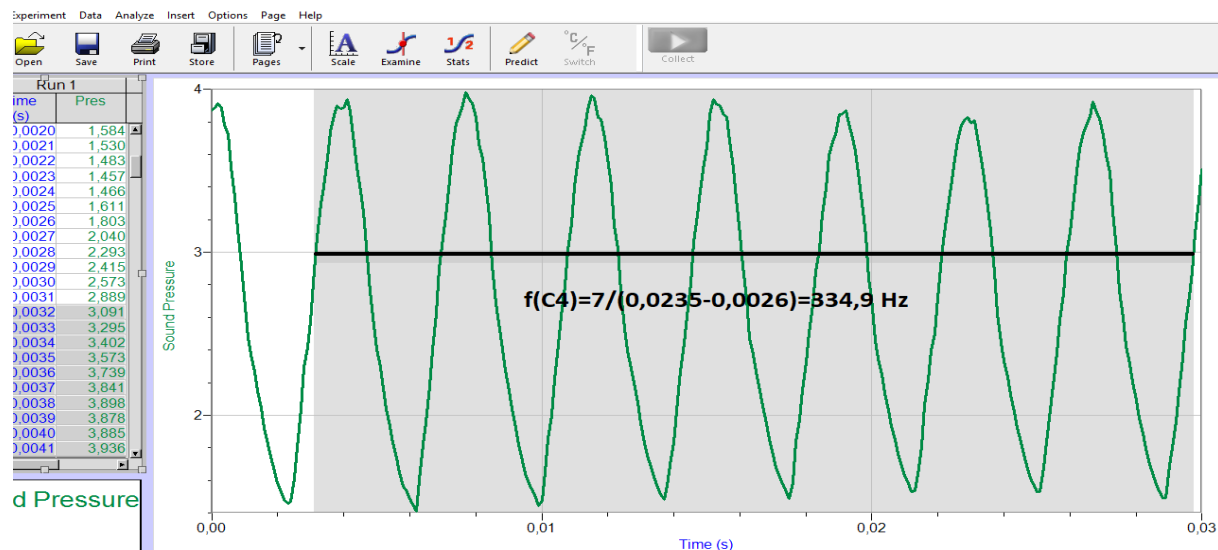
Ton	Frekvencija f /Hz	Izmjerena visina stupca vode h /cm
C ₄	261,6	6,37
D ₄	293,7	5,06
E ₄	329,6	4,02



Slika 12: Veličine koje utječu na rezonantnu frekvenciju

Tablica 1 prikazuje frekvencije tonova koje su dobivene mjerenjem parametara potrebnih za Helmholtzovu rezonantnu frekvenciju na boci oblika prikazanog slikom 12.

b) Vernier senzorom Microphone [8]



Slika13: Snimanje tona C₄ Vernier senzorom Microphone i određivanje frekvencije

Isti postupak snimanja zvučnog zapisa za tonove C₄, D₄ i E₄ proveden je i uporabom Vernier tehnologije i senzora, u našem slučaju Vernier senzor Microphone. Osim grafičkog prikaza Vernier nudi i tablični prikaz prikupljenih podataka (Slika 13).

Zaključak

Informatika i uloga tehnologije važan su dio svakodnevnog života. Dostupnost tehnologije utječe na način razmišljanja. Zbog toga su nužno potrebne i promjene u pristupu poučavanja u odgojno-obrazovnom procesu. Primjena tehnologije u nastavi fizike treba biti sastavni dio svakodnevnog nastavnog procesa. Danas je dostupno mnogo besplatnih programa koji mogu motivirati i oplemeniti razumijevanje fizike i fizikalnih procesa. Jedan od tih programa je i Audacity pomoću kojega se mogu osmisлити, provesti i analizirati različiti fizikalni pokusi, a u svrhu boljeg i kvalitetnijeg razumijevanja fizikalnih koncepata. Za razliku od besplatnih programa možemo se služiti i sofisticiranom laboratorijskom opremom kojom možemo postići višestruke analize ali uvijek treba odmjeriti uloženo u odnosu na dobiveno. Kao što smo na početku i započeli, uplitanje tehnologije u različite segmente odgojno-obrazovnog procesa i više je nego poželjno, ono je nužno imajući na umu da u svemu treba biti umjeren. Ovakvim pristupom teorijski koncepti postaju realistični i učenicima olakšavaju razumijevanje realnih događanja kojima svjedoče svaki dan. Učenje stvaranjem omogućuje jednostavnije i lakše razumijevanje fizikalnih pojava koje nas okružuju. Učenici vole modernu tehnologiju, lako se njome služe, za njih je ona izazov i zbog toga je njena implementacija u međupredmetnim područjima potrebna i korisna.

Popis literature

1. Pović, T., Veleglavac, K., Čarapina, M., Jagušć, T., Botički, I. *Primjena informacijsko – komunikacijske tehnologije u osnovnim i srednjim školama u Republici Hrvatskoj*. Proceedings of the Carnet User Conference 2015 (CUC2015) Zagreb: Carnet, 2015. str. 26.
2. Jarosievitz, B. *ICT in Physics Teaching for Secondary Schools and Colleges*. International Conference Proceedings of „New Perspectives in Science Education“ 2012 Florence Italy.
3. Byrne, E., Brodie, M. *Cross curricular teaching and learning in the secondary school – Science*. Taylor & Francis Group, London and New York: Routhledge. 2012.
4. Van den Berg, E., Slooten, O., Ellermeijer, T. *Modelling in Physics and Physics Education* Proceedings GIREP conference 2006 (August 20 – 25, Amsterdam, Netherlands).
5. *Audacity [online]*. [citirano 2.6.2017.]. Dostupno na < <http://www.audacityteam.org/about/> >
6. *Audacity 2.1.3 Manual [online]*. [citirano 2.6.2017.]. Dostupno na <<http://manual.audacityteam.org/>>
7. *Vernier Software & Technology*. Beaverton, OR 97005; Dostupno na <<https://www.vernier.com/>>
8. *Hands-On Introduction to NI LabVIEW™ with Vernier [online izdanje]*. Vernier Software & Technology, Beaverton, OR 97005

9. Beichner, R. J. The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills. *American Journal of Physics*, 64(10), p.1272. 1996.
10. *EU-HOU – Exercises - Classroom experiments and activities – Free Fall [online]*. [citirano 13.5.2017.]. Dostupno na <<http://www.euhou.net/index.php/exercises-mainmenu-13/classroom-experiments-and-activities-mainmenu-186/124-free-fall>>
11. Forinash, K. *Sound – An Interactive eBook on the Physics of Sound [online]*. [citirano 11.6.2017.]. Dostupno na <https://soundphysics.ius.edu/?page_id=1226>
12. Krstulić, M. *Analiza zvuka računalnim programom Audacity – primjena na pokuse prikladne za srednjoškolsku nastavu*. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet, Fizički odsjek, Zagreb: 2015.
13. Anfilov, G. *Physics and music*. Mir Publishers Moscow, Moscow: 1966.
14. Mandić, Z. *Ispitivanje spektralnih karakteristika zvuka nekih žičanih muzičkih instrumenata*. Diplomski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno – matematički fakultet, Institut za fiziku, Novi Sad: 1998. str. 23–27.
15. Park, J. C., Slykhuis, D. A. (2006). Guest Editorial: Technology proficiencies in science teacher education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education [online]*, 6(2). [citirano 13.8.2017.]. Dostupno na <http://www.citejournal.org/volume-6/issue-2-06/science/guest-editorial-technology-proficiencies-in-science-teacher-education>
16. *Physical Science with Vernier [online izdanje]*. Vernier Software & Technology, Beaverton, OR 97005