

Set de instrumente 1:

Obiectivele de Dezvoltare Durabilă în Matematică

ODS, un nou drum de urmat

Lumea actuală se confruntă cu provocări care stabilesc obiective de atins. Una dintre marile provocări actuale este legată de sustenabilitate și de implicațiile pe care acțiunile noastre le au asupra lumii pe care o vom lăsa moștenire generațiilor viitoare.

Conceptele de sustenabilitate și dezvoltare durabilă au apărut în anii '80, sub ideea de a genera o responsabilitate colectivă care să permită confruntarea problemelor și a provocărilor cu care se confruntă umanitatea și care îi amenință serios viitorul (Orr, 2013).

Acest concept a evoluat până când este prezentat ca o provocare crucială care trebuie să promoveze acțiuni practice, astfel încât toți oamenii din întreaga lume să poată construi împreună un viitor mai bun (UNESCO, 2015), concentrând aceste acțiuni pe trei dimensiuni: economică, socială și de mediu, în jurul cărora gravitează cele 17 Obiective de Dezvoltare Durabilă (ODS) care alcătuiesc Agenda 2030 pentru Dezvoltare Durabilă, aprobată în 2015 la ONU. Este un plan pentru pace și prosperitate pentru oameni și planetă în prezent și în viitor.



Figura 1. Obiectivele de Dezvoltare Durabilă. Sursa: Unesco

Aceste ODS-uri sunt posibile doar printr-un angajament față de educație, dar o educație axată pe dezvoltarea competențelor în sustenabilitate. Adică, promovarea unei Educații pentru Dezvoltare Durabilă (EDD) care dezvoltă competențe în sustenabilitate caracterizate prin transversalitatea, multifuncționalitatea și independența lor (Vásquez și García-Alonso, 2020). Dar este necesar să le dezvoltăm la nivel global, deși înlocuiesc

competențele specifice pentru anumite situații și contexte, să le înțelegem și să avem o sferă mai largă (Rychen, 2003).

În plus, conform UNESCO (2017), vom putea atinge aceste obiective dacă vom realiza o educație holistică, incluzivă și transformatoare care include:

- Conținuturile și rezultatele învățării în care curricula sunt integrate cu teme de sustenabilitate.
- Pedagogia și mediile de învățare centrate pe elev, orientate spre acțiune, bazate pe interacțiune și învățare exploratorie.
- Fructele învățării sunt orientate spre promovarea competențelor precum gândirea critică și sistemică, luarea deciziilor în comun și asumarea responsabilității pentru generațiile actuale și viitoare.
- Căutarea transformării sociale, atât transformarea în sine, cât și cea a mediului social în care trăim.

Aceasta este o provocare enormă pentru profesori, și chiar mai mare pentru profesorii de fizică, chimie și matematică, care nu sunt conștienți de competențele lor de a implementa formarea în această direcție (Uitto & Saloranta, 2017; Dahl, 2019; Vásquez, Seckel & Alsina, 2020).

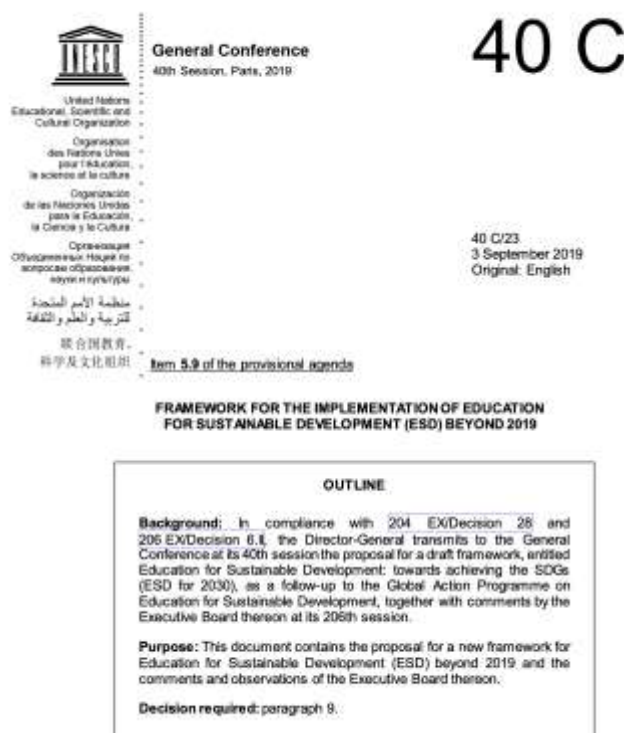


Figura 2. Cadrul pentru implementarea EDD. Sursa: United Nations

EDD, dezvoltarea unor cetățeni competenți în sustenabilitate.

De-a lungul acestor ani, s-a observat că este necesară o formare specifică care să permită clarificarea modului de realizare a unei EDD, astfel încât UNESCO a identificat patru abordări principale: integrativă, critică, transformatoare și contextuală (UNESCO,

2012). Aceste abordări servesc drept ghid pentru propunerea didactică pe care o putem lua în considerare atunci când implementăm EDD.

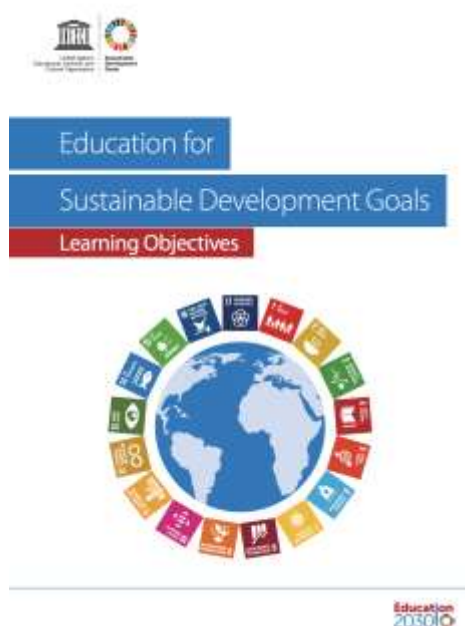


Figura 3. Educația pentru Dezvoltare Durabilă. Sursa: Unesco, 2017

Înțelegem că EDD-ul dezvoltat are o abordare integrativă atunci când prezintă o perspectivă holistică care integrează diverse aspecte ale durabilității. Acest lucru se întâmplă atunci când predarea este orientată spre înțelegerea factorilor care promovează durabilitatea din diferite perspective, de exemplu, economică, de mediu și socială. Nu numai descrierea, ci și analiza interrelației lor este realizată pentru a înțelege motivele care contribuie la durabilitate. O abordare critică a EDD se concentrează pe gândirea critică care pune sub semnul întrebării paradigma dominantă, cum ar fi modelele de producție-consum sau energie-bunăstare, de exemplu, și, prin creșterea gradului de conștientizare, promovează alternative în concordanță cu ODD-urile. A treia abordare, transformatoare, este apropiată de cele anterioare, dar în acest caz, are o viziune mai pragmatică și urmărește transformarea reală, responsabilitatea și împuternicirea pentru a realiza schimbări în stilul de viață, valori, companii etc., cu scopul de a atinge durabilitatea. În cele din urmă, abordarea contextuală concentrează predarea pe implicațiile contextului pentru durabilitate. Nu există un model unic de durabilitate valabil pentru toți, iar fiecare loc și fiecare comunitate pot aborda dezvoltarea ODD-urilor într-un mod diferit, adaptat la resursele naturale și nevoile pe care le posedă. Abordarea contextuală subliniază ceea ce ne este disponibil pentru a promova competențele de durabilitate.

Aceste abordări caută să contribuie la dezvoltarea competențelor cheie pentru durabilitate într-un mod integrat cu ODD-urile. Fără îndoială, proiectarea și implementarea experiențelor de învățare care încorporează astfel de abordări reprezintă o provocare care necesită adoptarea unor perspective de predare disciplinare, interdisciplinare și transdisciplinare asupra problemelor de durabilitate, care converg într-o pedagogie transformatoare orientată spre acțiune „care implică elevii în procese de gândire și acțiune participative, sistemice, creative și inovatoare în contextul comunităților locale și al vieții de zi cu zi a elevilor” (UNESCO, 2017, p. 52). Acest

lucru reprezintă o provocare pentru profesori și formatorii de profesori, în special în domeniile fizicii, chimiei și matematicii, deoarece aceștia pot fi mai puțin conștienți de competențele lor de a implementa educația EDD (Vásquez et al., 2020; Uitto & Saloranta, 2017; Dahl, 2019), cu atât mai mult dacă luăm în considerare că, potrivit UNESCO (2018), există o mare complexitate în încorporarea EDD în practica educațională. Prin urmare, este necesară o formare specifică care să ghideze profesorii de matematică în încorporarea acestor strategii de predare orientate spre dezvoltarea durabilă. Și învățământul superior, ca purtător de standard al cunoașterii și formării celor responsabili de societatea viitoare, trebuie să ia inițiativa și să realizeze această muncă.



Figura 4. Relația dintre Educație și Dezvoltarea Durabilă. Sursa: Unesco, (2017)

EDD își propune să împuternicească elevii să ia decizii informate și acțiuni responsabile pentru integritatea mediului, viabilitatea economică și o societate justă, pentru generațiile prezente și viitoare. EDD implică patru dimensiuni (UNESCO, 2016, p. 9):

- **Conținutul învățării.** Integrarea problemelor critice, cum ar fi schimbările climatice, biodiversitatea, reducerea riscului de dezastre și consumul și producția durabile în curriculum.
- **Mediu pedagogic și de învățare.** Proiectarea predării și învățării într-un mod interactiv și centrat pe elev, care să permită învățarea exploratorie, orientată spre acțiune și transformatoare. Repensarea mediilor de învățare - fizice, precum și virtuale și online - pentru a inspira elevii să acționeze pentru durabilitate.
- **Transformare societală.**
 - Împuternicirea elevilor de orice vârstă, în orice context educațional, să se transforme pe ei înșiși și societatea în care trăiesc.
 - Facilitarea unei tranziții către economii și societăți mai verzi, dotarea elevilor cu abilități pentru „locuri de muncă verzi”, motivarea oamenilor să adopte stiluri de viață durabile.

- Împuternicirea oamenilor să fie „cetățeni globali” care se implică și își asumă roluri active, atât la nivel local, cât și global, pentru a face față și a rezolva provocările globale și, în cele din urmă, pentru a deveni contribuitori proactivi la crearea unei lumi mai juste, pașnice, tolerante, inclusive, sigure și durabile.
- **Rezultate ale învățării.** Stimularea învățării și promovarea competențelor de bază, cum ar fi gândirea critică și sistemică, luarea deciziilor în colaborare și asumarea responsabilității pentru generațiile prezente și viitoare.

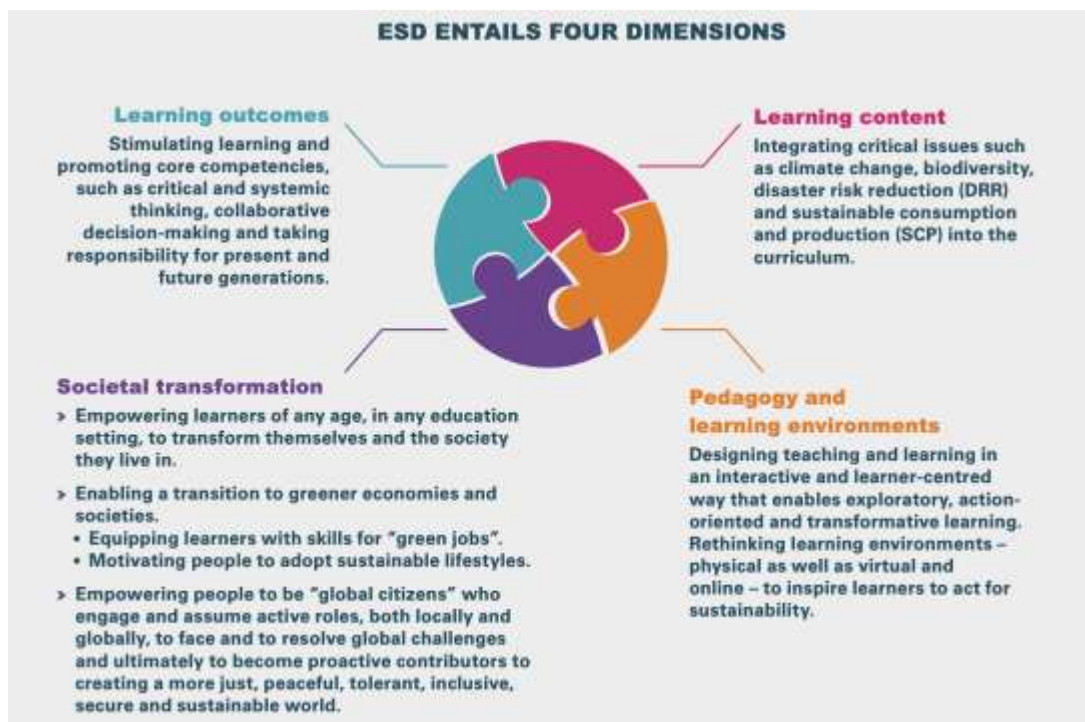
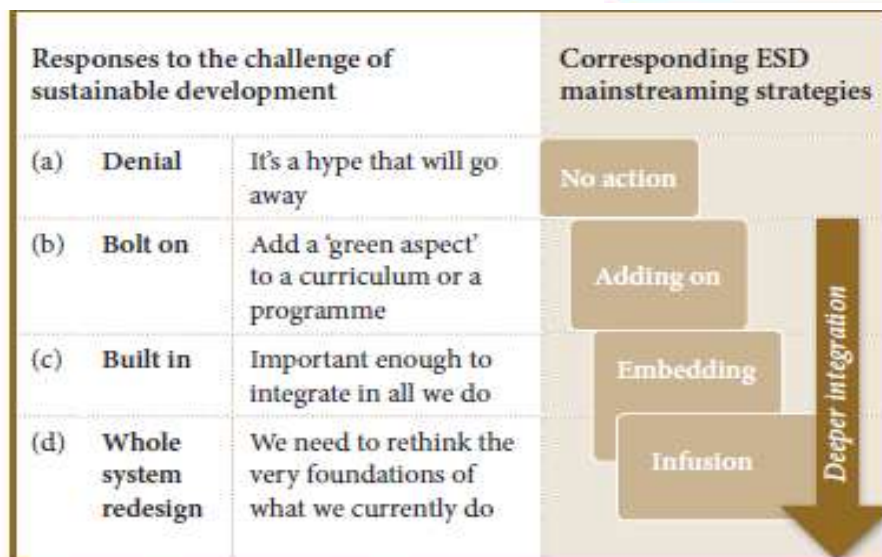


Figura 5. Dimensiunile EDD. Sursa: Unesco (2016)

Cum pot fi încorporate ODD-urile în orele noastre de matematică? Există un consens internațional de lungă durată conform căruia EDD ar trebui să fie „integrată în întreaga programă, nu ca o materie separată” (UNESCO, 2006, p. 17). Prin integrare, ne referim la încorporarea EDD ca un element integral al programelor școlare și al altor aspecte ale educației formale, nu ca un „adaos”. Integrarea face dreptate conceptului de educație „pentru” dezvoltare durabilă, prin plasarea valorilor și principiilor sale în centrul educației.

Modelul de răspunsuri la provocarea durabilității al lui Stephen Sterling este util pentru a ne ajuta să poziționăm integrarea: deși criticăm abordarea „adăugată”, integrarea poate fi văzută ca fiind situată în abordarea „încorporată”, dar cu scopul pe termen lung de a realiza o „reproiectare a întregului sistem” (Sterling, 2011).



Source: Responses to the challenge of sustainable development, adapted from Sterling 2004 as cited in Lotz-Sisitka et al (2015) p.73

Cum să integrăm EDD?

Există câteva indicii de care trebuie să țină cont profesorii atunci când decid să integreze ODD-urile în predarea lor actuală, pentru a-și transforma predarea într-o abordare EDD. Să vedem câteva dintre idei (UNESCO, 2017b):

a) Elaborarea de unități de învățare bazate pe competențe

În timp ce apelurile pentru abilitățile secolului 21 sau competențele transversale au crescut în ultimii ani (UNESCO, 2015), învățarea bazată pe competențe nu este nici stabilită în toate programele naționale, nici aplicată în mod egal în toate disciplinele (unele se concentrează pe standardele academice, altele se concentrează pe subiecte și obiective de învățare).

Trebuie reținut că o unitate bazată pe competențe are nevoie de profesori instruiți corespunzător în pedagogii favorabile unei învățări mai profunde și sprijiniți adecvat pentru a crea un mediu care să permită elevilor să-și dezvolte aceste competențe.

b) Selectarea temelor, subiectelor și problemelor

Pentru aceasta, este foarte important să se definească unele criterii pentru selectarea subiectelor EDD. Ca exemple (UNESCO, 2017b, p. 26):

- Să fie semnificative și importante pentru elev (relevante pentru viața lor reală).
- Să fie orientate spre probleme și să exploreze posibilitățile de soluții durabile.
- Să fie legate de unul sau mai multe ODD-uri ale Agendei 2030 pentru Dezvoltare Durabilă.
- Să încurajeze investigarea și discutarea interconectivității dintre problemele sau dezvoltarea locală, națională și globală.

- Să abordeze provocările și tensiunile fundamentale cu care se confruntă umanitatea, cu o atenție deosebită acordată:
 - Stresului ecologic și modelelor nesustenabile de producție și consum economic.
 - O bogăție mai mare, dar o vulnerabilitate în creștere și inegalități tot mai mari.
 - Interconectivitate în creștere, dar intoleranță și violență în creștere.
 - Progrese și provocări în realizarea drepturilor omului.
- Să fie favorabile stimulării competențelor EDD selectate.

c) *A face problemele „importante” pentru elevi*

Educația în mod tradițional îi face pe elevi să înțeleagă și să conceptualizeze probleme, dar rareori îi pregătește să adopte soluții. Dar acum, profesorii ar trebui să încurajeze participarea elevilor, determinându-i să acționeze pe baza rezultatelor investigațiilor lor.

ODD-urile au scopuri și idealuri largi care nu arată direct contextul în care au loc educația și schimbarea socială. Profesorii trebuie să fie încurajați și sprijiniți să conecteze principiile cu locul sau comunitatea locală și experiența de viață a elevilor, conectând în același timp influențele respective ale „globalului asupra localului” și ale „localului asupra globalului” (Stevenson, 1997).

EDD „implică mai mult decât simpla cunoaștere a lucrurilor despre mediu, economie sau probleme de echitate și justiție socială, dar mai degrabă implică o dorință și o capacitate de a se angaja intelectual și personal cu tensiunile create de interconectarea acestor sisteme” (Nolet, 2009, p. 421).

d) *Evaluarea se aliniază cu EDD*

Această parte este cea mai dificilă și esențială a predării. Din acest motiv, profesorii ar trebui să se oprească în această parte și să reflecteze profund asupra modului de a încorpora sau modifica evaluarea pentru a fi aliniată cu EDD. Aici veți vedea câteva idei de care să țineți cont (UNESCO, 2017b):

- Sarcini care le cer elevilor să demonstreze dezvoltarea competențelor EDD.
- Activități de grup care oferă oportunități de a aplica competențele EDD în situații din lumea reală sau colaborări cu actori și organizații externe.
- Sarcini care le cer elevilor în mod explicit să studieze și să abordeze relația dintre subiect și dezvoltarea durabilă.
- Evaluări inter pares și autoevaluări care le cer elevilor să-și monitorizeze învățarea și să reflecteze critic asupra progresului lor, precum și asupra celui al colegilor lor.
- Evaluare prin dialog interactiv între profesor și elev, asistat de utilizarea rubricilor sau a grilelor de competențe.

Toate aceste idei ar trebui transformate în unele care pot fi aplicate în învățământul superior și să facă posibilă dezvoltarea unei abordări EDD.

ODD-urile în Învățământul Superior: formarea profesorilor, formarea cetățeniei.

Obiectivele de Dezvoltare Durabilă sunt o sursă de contexte care oferă oportunitatea de a dezvolta o predare axată pe mediul nostru și ne permit să încercăm să găsim soluții la problemele actuale pentru a schimba obiceiurile și, odată cu aceasta, să atingem obiectivele dorite. Dar Învățământul Superior are un rol de o importanță enormă, deoarece va fi instituția care oferă oportunitatea de a forma cetățeni angajați într-o lume durabilă (Vilches & Gil, 2012), responsabilă de formarea profesioniștilor care vor dezvolta poziții de responsabilitate în societatea noastră, ale căror decizii vor avea repercusiuni foarte relevante asupra întregii societăți sau asupra mediului în care se dezvoltă.

Aici analizăm două domenii de o relevanță specială pentru viitor: formarea profesorilor, ca responsabili de construirea unor societăți viitoare competente în durabilitate; și, pe de altă parte, viitorii lideri ai mediilor sociale, economice și de mediu care trebuie să ia deciziile adecvate menite să atingă ODD-urile.

Formarea profesorilor

UNESCO (2017) identifică opt competențe cheie în durabilitate: Competența de Gândire Sistemică; Competența de Anticipare; Competența Normativă; Competența Strategică; Competența de Colaborare; Competența de Gândire Critică; Competența de Conștientizare de Sine; și Competența de Rezolvare Integrată a Problemelor. Acestea sunt competențe transversale, multifuncționale și independente care trebuie dezvoltate la toți cetățenii la diferite niveluri, în funcție de vârsta lor (UNESCO, 2017a). Și, deși realizarea lor este responsabilitatea tuturor cetățenilor, profesorii au o provocare mai mare, deoarece ei sunt adevărații agenți ai schimbării, responsabili pentru ca elevii lor să dobândească abilitățile, atitudinile și comportamentele menite să promoveze societăți mai durabile (Alperovitz, 2014; UNESCO, 2018; Vásquez & García-Alonso, 2020).

În plus, profesorii au „cunoștințele și competențele lor, esențiale pentru restructurarea proceselor și instituțiilor educaționale în vederea durabilității” (UNESCO, 2017a, p. 51), prin „activități de predare, învățare și evaluare aliniate și concepute pentru a îndeplini competențele cheie în durabilitate și rezultatele învățării” (QAA, 2020). Pe de altă parte, profesorii, la rândul lor, trebuie să dobândească abilitățile în durabilitate, deoarece fără ele cu greu vor putea promova un EDD în sălile lor de clasă (Ull Solís, 2015; Vega-Marcote et al., 2015).

Prin urmare, trebuie să ne gândim la formarea inițială și continuă a profesorilor care, în paralel, construiește competențe de durabilitate la elevi și sugerează strategii didactice care facilitează integrarea competențelor de durabilitate în sălile lor de clasă (UNECE, 2016; UNESCO, 2017a). Cu atât mai mult cu cât, profesorii din domeniul științific consideră că predarea lor este departe de provocările durabilității și abordează doar activități în domeniul ecologic sau sociocultural (Uitto & Saloranta, 2017). Prin urmare, viitorii profesori de matematică ar trebui să fie conștienți în mod special ca constructori de competențe în durabilitate (Vásquez & Alsina, 2021).

Competența matematică este cunoașterea matematică menită să construiască gândirea critică, luarea deciziilor și rezolvarea problemelor în diferite contexte (Alsina, 2022; NCTM, 2000; Niss, 2002). Printre strategiile de promovare a competenței matematice,

se sugerează utilizarea metodelor de învățare active, participative și experimentale (Sterling, 2011, p. 36) care favorizează integrarea analizei în medii complexe și promovarea gândirii sistemice în sala de clasă (Lozano et al., 2013). În acest sens, Învățarea Bazată pe Proiecte (PBL) este prezentată ca un model de predare care facilitează transdisciplinaritatea și care permite lucrul la rezolvarea problemelor reale contextualizate în dimensiunile lor sociale, de mediu și economice (UNESCO, 2022b), ceea ce caută EDD.

Formarea cetățeniei

A avea niveluri ridicate de educație nu este o garanție a unei mai mari conștientizări a durabilității (Orr, 2013), deoarece, deși mulți lideri mondiali au diplome superioare, durabilitatea nu este principala lor politică (Sibbel, 2009). În acest sens, formarea inițială a viitorilor profesori este deosebit de critică (Geli, 2002), deoarece va fi responsabilă de creșterea gradului de conștientizare a durabilității a viitorilor cetățeni (Cardenoso-Domingo et al., 2013). Dar, nu există nicio îndoială că Învățământul Superior trebuie să fie purtătorul abilităților de durabilitate în mod eficient pentru a realiza o cetățenie angajată în durabilitate și capabilă să introducă schimbările necesare pentru realizarea acesteia.

După cum am subliniat, matematica este un mediu de învățare care trebuie să acorde atenție dezvoltării acestor competențe în durabilitate și trebuie să facă acest lucru dintr-un proces integrat în care conectează cunoștințele matematice cu problemele realității, în contexte propuse de ODD-uri. În acest sens, găsim unele manuale care ne oferă idei pentru a realiza această lucrare, cum ar fi Mathematics for action (UNESCO, 2022), în care, prin diferite contexte, sunt analizate schimbările care pot fi introduse și contribuțiile pe care această cunoaștere le oferă pentru a rezolva aceste probleme cu instrumente matematice. Unele exemple sunt prezentate în Tabelul 1.

ODD	Proiect
1	Vizualizarea sărăciei: hărțile bazate pe inteligență artificială îmbunătățesc estimările și predicțiile
2	Consolidarea securității alimentare: reziliența și sustenabilitatea sistemului alimentar
3	Modelarea bolilor infecțioase: prognozarea răspândirii unei epidemii
4	Predarea matematicii: Educația Matematică pentru Dezvoltare Durabilă
5	Urmărirea parității de gen: fundamentele matematice ale indicatorilor de egalitate de gen
6	Schimbarea turbidității lacurilor: stări alternative în lacuri puțin adânci
9	Confruntarea cu incertitudinea: lecții din științele sociale pentru modelarea matematică
11	Pregătirea pentru o criză: îmbunătățirea rezilienței sistemelor complexe

	digitalizate
12	Alocarea resurselor rare: modelare pentru a sprijini durabilitatea alimentelor, energiei și apei
13	Prognozarea cicloanelor: matematica predicției cicloanelor tropicale
14	Sustenabilitatea pescuitului: modele bioeconomice pentru gestionarea pescuitului
15	Ascultând fauna sălbatică: clasificarea sunetelor de animale cu învățare profundă
16	Păstrarea confidențialității: puterea mulțimii cu învățarea automată colaborativă

Matematică și ODD-uri

Sustenabilitatea ne îndeamnă de obicei să ne gândim la generarea de conștientizare ecologică și, într-un fel, pare departe de ceea ce se dezvoltă de obicei în sala de clasă de matematică. Acesta este motivul pentru care, mai multe studii indică faptul că profesorii de matematică nu consideră că au instrumentele necesare pentru a aborda sustenabilitatea în sălile lor de clasă (Vásquez et al., 2020). Dar UNESCO a publicat mai multe manuale care abordează această situație și încearcă să ajute profesorii în general, dar în special pe cei de matematică, să îndeplinească sarcina de a integra aceste cunoștințe în sălile lor de clasă. Numai în acest fel vom putea vorbi despre o autentică EDD, adică o predare care vizează dezvoltarea abilităților de sustenabilitate care permit cetățenilor să se îndrepte către realizarea ODD-urilor.

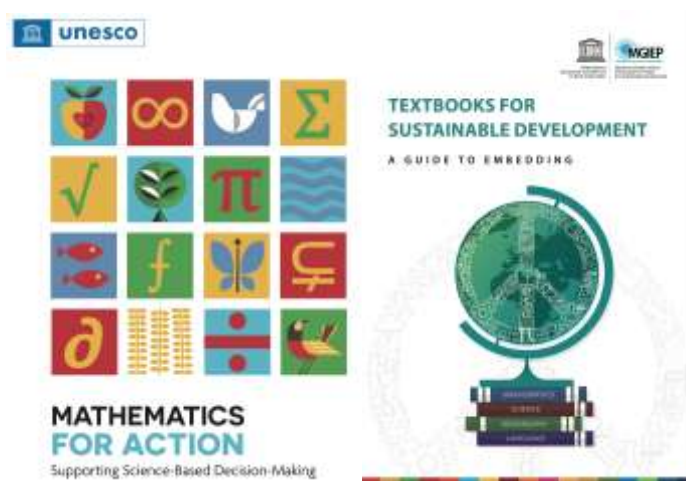


Figura 6. Două manuale pentru matematică și ODD.

Alan Bishop (1988) a descris șase categorii de activitate umană pentru examinarea practicilor culturale în vederea identificării matematicii. Matematica este numărare, măsurare și localizare. Aceste acțiuni matematice indică conexiuni clare între oameni și

mediile lor și din acest motiv considerăm că matematica are mult de-a face cu ODD-urile și este conectată la problemele pe care le are societatea noastră.

De asemenea, abstracțiile sunt instrumente puternice pentru evaluarea mai profundă a provocărilor umane, deoarece ne permit să facem predicții și să proiectăm structuri fizice și conceptuale care să ne satisfacă nevoile și dorințele. Cadrul de dezvoltare durabilă echilibrează nevoile imediate cu nevoile pe termen lung și sociale.

Pentru a echilibra nevoile conflictuale, factorii de decizie iau în considerare diverse măsuri care identifică scopul și atribuie valori numerice lucrurilor care nu sunt ușor de măsurat direct.



Figura 7. Gestionarea obiectivelor conflictuale cu ajutorul matematicii. Sursa: UNESCO, (2017b), p. 39.



Figura 8. Sisteme integrate de cunoștințe. Sursa: UNESCO (2017b), p. 40

MATHEMATICS	THEMATIC AREA	SAMPLE TOPICS
FUNCTIONS AND RELATIONS	Illness and health	Frequency and dissemination of diseases (comparing countries and/or historical development)
	Protection and use of natural resources and energy generation	Presentation of energy resources, generation and consumption of energy in the course of time, future prognoses
	Opportunities and risks of technological progress	Radioactive decay, for example, atomic power plants
	Global environmental changes	Climate data and climate change, for example, global warming
	Mobility, urban development and traffic	Development of street traffic, traffic fatalities and exhaust emissions in different countries and/or over the course of time
	Globalization of the economy and labour	Interest and repayment for private and public loans, developments at the stock exchanges
	Demographic structures and developments	Population growth in different world regions
	Sustainable Development Goals	Developing indicators for specific SDGs, applying them over a time period, using them for prognoses
DATA AND STATISTICS	Food and agriculture	Household water demands in certain countries and worldwide
	Illness and health	Availability of physicians, midwives and medicine in industrialized and developing countries
	Water	Water scarcity, sources of consumption, availability of potable water in certain countries, regions or according to socio-economic status
	Education	Education and professions in industrialized and developing countries, child labour, status of universities
	Child labour	Distribution of child labour by region and products, comparative conditions and wages of child workers, profits of corporations using child labour
	Leisure time and globalization	Influence of holiday travel on environment and economy in the target countries
	Protection and use of natural resources and generation of energy	Generation and consumption of energy in the household (regionally, nationally, internationally) The ecological footprint
	Globalization of economy and labour	Crises and upswings, data on public debts, per-capita debts, gross national products, labour markets, labour mobility
	Demographic structures and developments	Trends and consequences of demographics (national, cross-border, rural/urban)
	Poverty and social security	Financing of social systems such as pension schemes, unemployment insurance
GEOMETRY	Architecture	Symmetry and pattern in architecture (tiling, windows, etc), comparing across cultures
	Rights of people with special needs	Design of ramps for wheelchairs

Figura 8. Idei potențiale pentru integrarea unei abordări EDD în orele de matematică. Sursa: UNESCO (2017b), p. 47.

Ce urmează?

Până acum, am văzut că ODD-urile oferă o oportunitate pentru educația matematică în orice context, inclusiv în învățământul superior. Din acest punct, conectăm aceste descoperiri cu două aspecte care vor fi dezvoltate în acest proiect ca seturi de instrumente: instrumente digitale în educația matematică și metodologia bazată pe proiecte. Figura următoare ilustrează procesul de dezvoltare și implementare a ideilor selectate din acest set de instrumente în sala de clasă.

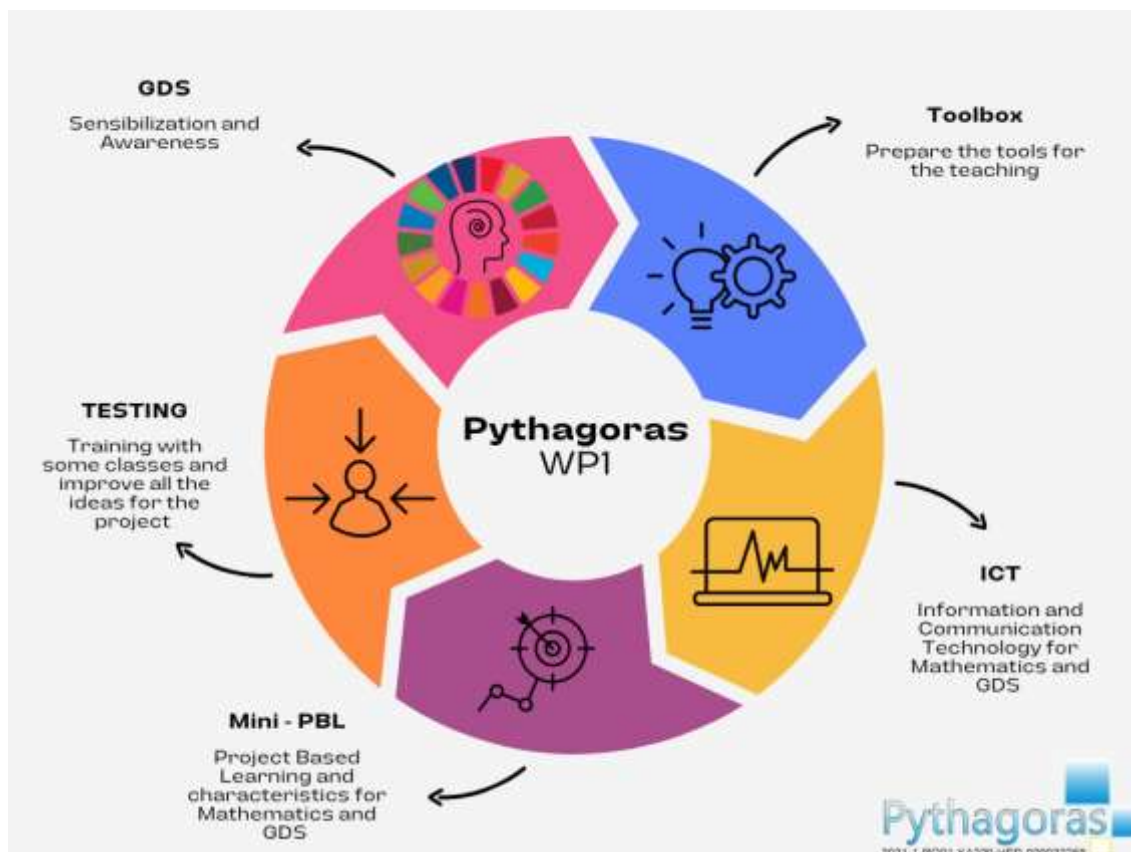


Figura 9. Procesul urmat în rezultatul intelectual 1 al proiectului Pitagora.

Referințe

- Alsina, A. (2022). On Integrating Mathematics Education and Sustainability in Teacher Training: Why, to What End and How?. In *Controversial Issues and Social Problemas for an Integrated Disciplinarity Teaching* (pp. 9-21). Springer, Cham.
- Alperovitz, G. (2014). The Political-Economic Foundations of a Sustainable System. In Worldwatch Institute. *Governing for Sustainability*, chapter 18. Island Press.
- Bishop, A. (1988) *Mathematical enculturation: a cultural perspective in mathematics education*. Dordrecht: D. Reidel.
- Cardenoso-Domingo, J. M., Azcárate Goded, P. and Oliva-Martínez, J. M. (2013). La inclusión de la sostenibilidad en la formación inicial del profesorado de Secundaria de Ciencias y Matemáticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 10, N° Extra 4, 780-796.
- Dahl, T. (2019). Prepared to Teach for Sustainable Development? Student Teachers' Beliefs in Their Ability to Teach for Sustainable Development. *Sustainability*, 11, 1993-2103.

- Geli, A. M. (2002). Universidad, sostenibilidad y ambientalización curricular. En E. Arbat y A. M. Geli de Ciurana (Eds.), *Ambientalización curricular en los estudios superiores. Aspectos ambientales de las universidades* (pp. 11-14). Girona: Universitat de Girona y Red ACES.
- Lozano, R., Lozano, F. J., Mulder, K., Huisingh, D. and Waas, T. (2013). Advancing higher education for sustainable development: international insights and critical reflections. *Journal of Cleaner Production*, 48, 3-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.034>
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM.
- Niss, M. (2002). *Competencias matemáticas y aprendizaje de las matemáticas: el proyecto danés* Kom. Universidad de Roskilde.
- Nolet, V. (2009) Preparing sustainability-literate teachers. *Teachers College Record*, 111 (2), pp. 409–442.
- Orr, D. W. (2013). Governance in the Long Emergency. In *The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?* Worldwatch Institute, Ed; W.W. Norton: New York, pp. 279-291.
- QAA. (2020). *Education for sustainable development guidance: Draft consultation*. December 2020, Gloucester, UK: Quality Assurance Agency.
- Rychen, D. S. (2003). Competencias clave: Abordar desafíos importantes en vida Rychen, D.S. y Salganik, L.H. (eds). *Competencias clave para una vida exitosa y una sociedad sana*. Cambridge, MA, Hogrefe y Huber, (pp. 63–107).
- Sibbel, A. (2009). Pathways towards sustainability through higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10(1), 68-82. DOI: <https://doi.org/10.1108/14676370910925262>
- Sterling, S. (2011). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 5, 117-133. Cheltenham: University of Gloucestershire.
- Stevenson, R.B. (1997) Developing habits of environmental thoughtfulness through the in-depth study of select environmental issues. *Canadian Journal of Environmental Education*, 2, pp. 183–201.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) (2016). *Ten years of the UNECE Strategy for Education for Sustainable Development*. New York.
- UNESCO (2006). *Education for sustainable development toolkit. Learning and training tools no. 1*, Paris: UNESCO.
- UNESCO (2012). *Shaping the Education of Tomorrow: 2012 Report on the UN Decade of Education for Sustainable Development, Abridged*; UNESCO: Paris, France.
- UNESCO (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UNESCO (2016). *Global Citizens for Sustainable Development. A guide for Teachers*. UNESCO: Paris, France.
- UNESCO (2017a). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*; UNESCO: Paris, France.
- UNESCO (2017b). *Textbooks for Sustainable Development. A guide to embedding*. UNESCO: Paris, France.
- UNESCO (2018). *Progress on Education for Sustainable Development and Global Citizenship Education*; UNESCO: Paris, France.
- UNESCO (2022b). *Mathematics for action. Supporting Science-Based Decision-Making*. Paris. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380883.locale=en>

- Uitto, A. & Saloranta, S. (2017). Subject Teachers as Educators for Sustainability: A Survey Study. *Education Sciences*, 7 (1), 8-26.
- Ull Solís, M. Á. (2015). Competencias para la sostenibilidad y competencias en educación para la sostenibilidad en la educación superior. *Uni-Pluri/Versidad*, 14, 46-58.
- Vásquez, C. & Alsina, A. (2021). Analysing Probability Teaching Practices in Primary Education: What Tasks do Teachers Implement? *Mathematics*, 9(19):2493. <https://doi.org/10.3390/math9192493>
- Vásquez, C. & García-Alonso, I. (2020). La educación estadística para el Desarrollo Sostenible en la Formación del Profesorado. *Profesorado. Currículum y formación del profesorado*, 24(3), 125-147. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i3.15214>
- Vásquez, C.; Seckel, M. J. & Alsina (2020). A. Belief system of future teachers on Education for Sustainable Development in math classes. *Uniciencia*, 34, 1–30.
- Vega-Marcote, P., Varela-Losada, M. & Álvarez-Suárez, P. (2015). Evaluation of an educational model based on the development of sustainable competencies in basic teacher training in Spain. *Sustainability*, 7(3), 2603-2622.
- Vilches, A. & Gil, D. (2012). La educación para la sostenibilidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado, Revista de currículum y formación de profesorado*, 16(2), 25-43.