



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI
BABEȘ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITÄT
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITY

TRADITIO ET EXCELLENTIA

**UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI
FACULTATEA DE PSIHLOGIE ȘI ȘTIINȚELE EDUCAȚIEI
SCOALA DOCTORALĂ „DIDACTICĂ. TRADIȚIE, INOVAȚIE,
DEZVOLTARE”**

TEZA DE DOCTORAT

**Efectele predării aplicațiilor matematicii în alte
discipline asupra profesorilor și elevilor de liceu din
Israel**

**Coordonator
Prof. dr. IULIANA ZSOLDOS-MARCHIS**

**Student doctorand
ABDALLAH ASLI**

2024

Cuprinsul tezei

Rezumat.....	
Introducere.....	
Motivație personală.....	
Capitolul 1. Aplicații ale matematicii în alte discipline	
1.1. Aplicații ale matematicii: revizuire a literaturii.....	
1.2. Aplicații ale matematicii în curriculumul de liceu din Israel.....	
1.3. Aplicații ale matematicii în manualele de matematică și alte discipline...	
1.4. Scurt istoric despre examenele de bacalaureat în Israel.....	
Capitolul 2. Atitudinea față de matematică și predarea matematicii.....	
2.1. Atitudine. Clarificarea conceptului.....	
2.2. Atitudinea profesorilor față de predarea matematicii.....	
2.3. Atitudinea elevilor față de matematică.....	
2.4. Soluții pentru dezvoltarea unei atitudini pozitive față de matematică pentru profesori și elevi.....	
Capitolul 3. Studii preliminare asupra atitudinii profesorilor față de predarea matematicii și a aplicațiilor matematicii.....	
3.1. Dezvoltarea unei scale de atitudine ale profesorilor față de predarea matematicii.....	
3.2. Colectarea datelor și participanții.....	
3.3. Analiza factorială pentru scala atitudinii profesorilor de matematică din învățământul post-primar față de predarea matematicii.....	
3.4. Atitudinea profesorilor post-primari israelieni față de predarea matematicii.....	
3.5. Studiu preliminar asupra atitudinii profesorilor față de predarea aplicațiilor matematicii în alte discipline.....	
Capitolul 4. Cercetare asupra aplicațiilor matematicii în alte discipline pentru tema: probleme de maxim-minim.....	
4.1. Dezvoltarea unui plan de intervenție cu aplicații ale matematicii în alte discipline pentru tema problemelor de maxim-minim.....	
4.2. Efectul unei intervenții cu aplicații ale matematicii asupra atitudinii și performanței elevilor.....	

4.3. Efectul unei intervenții cu aplicații ale matematicii asupra profesorilor participanți.....	
Capitolul 5. Rezumat și Discuții.....	
5.1. Rezumat și principalele constatări.....	
5.2. Concluzii.....	
5.3. Limitările studiului și recomandări pentru cercetări viitoare.....	
Contribuția cercetării.....	
Referințe.....	
Anexe.....	

Introducere

Matematica este o disciplină foarte importantă, fiind utilizată în diverse domenii precum fizica, chimia, biologia, economia, ingineria, dar și în viața de zi cu zi. Deși matematica este considerată o materie crucială, este percepută ca fiind dificilă și problematică de către mulți elevi de liceu (Dulaney, 1994).

Cenberci (2019) a afirmat în articolul său că mulți elevi întâmpină dificultăți la orele de matematică, ceea ce le crește nivelul de anxietate, deoarece cred că nu pot reuși la matematică. Această anxietate și lipsa de autoeficacitate conduc la dezvoltarea unor atitudini negative față de lecțiile de matematică. Astfel de atitudini negative față de matematică afectează negativ performanțele elevilor la această materie (Kurbanoglu & Takunyacı, 2012).

Atitudinea elevilor față de matematică joacă un rol major în procesul de învățare a matematicii. Ea are o influență mare asupra performanțelor elevilor la matematică, deoarece atitudinea pozitivă a elevilor conduce la succes în învățarea matematicii (Gallagher & De Lisi, 1994; Mechaels & Forsyth, 1978; Yasar, Çermik, & Güner, 2014). Elevii dezvoltă treptat atitudini negative față de lecțiile de matematică în procesul de învățare, de la etapa școlii primare până la ultima clasă de liceu (Baykul, 1990). În general, atitudinea elevilor de liceu față de matematică este la un nivel mediu (Yasar, 2016).

Astfel, îmbunătățirea atitudinii elevilor față de matematică la un nivel inferior oferă o bază pentru un nivel mai înalt de studii de matematică și are un impact asupra performanțelor elevilor de liceu la matematică (Ma & Xu, 2004).

În plus, atitudinea profesorilor de matematică față de predarea matematicii este o problemă foarte importantă, deoarece influențează metodele folosite de profesor, ceea ce are impact asupra atitudinilor elevilor față de matematică (Relich & Way, 1994; Skemp, 1976; Tuimavana & Datt, 2017) și asupra performanțelor lor la matematică (Relich & Way, 1994). Skemp (1976) a susținut că dezvoltarea unor atitudini pozitive față de matematică depinde de tipul de predare. Atitudinile profesorilor au un efect mare asupra modului în care predau matematica și asupra atitudinilor elevilor față de matematică. În special, atitudinile pozitive ale profesorilor au un efect pozitiv

asupra predării matematicii printre elevi și asupra atitudinilor elevilor față de matematică (Moreira, 1992; Karp, 1991).

Aplicarea matematicii și predarea aplicațiilor matematicii sunt subiecte ale conferințelor internaționale și ale articolelor de autor (Stillman et al., 2013).

Studiul de față își propune să afle efectul predării aplicațiilor matematicii în alte discipline asupra atitudinilor profesorilor și elevilor de liceu din Israel față de matematică, implicarea elevilor în activitatea de clasă și performanțele matematice ale elevilor prin cercetare experimentală. Există doar câteva studii care prezintă cercetări experimentale privind predarea aplicațiilor matematicii (de exemplu, Kasmin, Othman & Syed Ahmad, 2019; Yildirim & Sidekli, 2018), majoritatea fiind pentru învățământul superior. Astfel, această cercetare încearcă să contribuie la acest subiect, umplând un gol în literatura științifică.

Cuvinte cheie: atitudinea față de matematică, performanță matematică, aplicații ale matematicii, predarea aplicațiilor matematicii, anxietatea la predare, încrederea și plăcerea în predare, burnout la profesori, inovație în predare.

Motivația alegerii acestui subiect

- Matematica este o materie dificilă pentru mulți elevi, în special în liceu. Această dificultate duce la anxietate față de matematică în rândul unui procent considerabil de elevi și, de asemenea, creează plictiseală și eșec în matematică, rezultatul fiind ura față de matematică și atitudini negative față de matematică printre elevi.

- Metodele de predare au un efect asupra dificultăților elevilor și asupra atitudinilor lor față de matematică.

Elevii nu văd utilitatea matematicii în viața de zi cu zi sau în alte domenii de studiu, deoarece disciplinele sunt predate separat. De asemenea, în multe cazuri, aplicarea matematicii în alte discipline este dificilă pentru elevi, în special în subiectul problemelor de maxim și minim, ceea ce m-a împins și motivat să investighez această problemă.

- Nu există chestionare privind atitudinea față de predarea matematicii pentru profesorii de după școala primară și există lucrări limitate care abordează opinia și practica profesorilor asupra predării aplicațiilor matematicii. Această cercetare examinează un subiect important în predarea matematicii cu scopul de a umple un gol în literatura științifică.

Din aceste motive, sunt plin de motivație, speranță și credință că am reușit să dezvolt un nou model practic de învățare în domeniu, care combină matematica cu diverse domenii ale științei, și cred, de asemenea, că am reușit să produc o schimbare pozitivă în rândul profesorilor și elevilor, o schimbare care a dus la elevi mai curioși, motivați, cu atitudini pozitive față de matematică și la realizări îmbunătățite. În plus, în timp ce predau aplicațiile matematicii, profesorii și-au dezvoltat o atitudine mai pozitivă față de predarea matematicii și motivația lor de a preda matematica a crescut.

Structura tezei

Teza conține cinci capitole principale:

Capitolul 1. Aplicațiile predării matematicii în alte discipline

Capitolul 2. Atitudinile față de matematică și predarea matematicii

Capitolul 3. Studii preliminare asupra atitudinilor profesorilor față de predarea matematicii și aplicațiile matematicii

Capitolul 4. Cercetare asupra predării aplicațiilor matematicii în alte discipline pentru subiectul: probleme de maxim-minim

Capitolul 5. Rezumat și Discuții

Capitolul 1. Aplicațiile predării matematicii în alte discipline

Matematica este o materie foarte importantă în viața noastră de zi cu zi, în general, și în disciplinele studiate la școală, în special. Este utilizată în multe domenii precum: fizică, chimie, biologie, economie, inginerie și alte domenii variate. Matematica este importantă pentru fiecare elev și în special pentru elevii de liceu.

Matematica are aplicații nu doar în diverse domenii de cunoaștere, cum ar fi fizica, chimia, economia, biologia etc., ci și în viața noastră de zi cu zi, cum ar fi în vânzare și cumpărare, în construcții, în afaceri, în servicii bancare, în calcularea salariilor, în imobiliare și altele. Aplicarea matematicii în viața noastră este considerată o problemă esențială și foarte importantă.

De asemenea, în acest capitol am arătat efectul metodelor de predare ale profesorilor de matematică asupra învățării matematicii de către elevi și mă voi concentra pe predarea aplicațiilor matematicii în alte discipline și efectul acestora asupra profesorilor și elevilor.

Elevii absolvesc liceul și totuși nu sunt conștienți că cunoștințele matematice, abilitățile matematice și aplicațiile matematice sunt necesare pentru succesul în viață, în studiile lor viitoare și în desemnarea carierelor lor. Acest lucru poate fi explicat prin strategiile de predare utilizate, care nu expun relevanța matematicii pentru elevi și nici nu dezvoltă gândirea și înțelegerea subiectului. Prin utilizarea acestor strategii, elevul învață într-un mod algoritmic și procedural de rezolvare a exercițiilor din manuale. Mulți elevi studiază matematica pentru că trebuie să studieze și să treacă examenele.

Clark (1990) a observat că matematica pentru mulți elevi are o imagine negativă. Din cauza acestei imagini, este dificil pentru acești elevi să își îmbunătățească înțelegerea matematicii în detrimentul atitudinilor lor.

Apoi, motivul din spatele investigării efectului predării aplicațiilor matematicii asupra factorilor menționați mai sus a fost, pe de o parte, că puține studii au investigat acest fenomen și, pe de altă parte, predarea aplicațiilor matematicii în alte discipline este o problemă semnificativă, care crește motivația elevilor de a învăța matematica, îi interesează pe elevi și le arată importanța matematicii în diverse domenii ale științei și în viața lor de zi cu zi. Astfel, ajută elevul să îmbunătățească înțelegerea matematică a mediului său și să coreleze matematica cu viața și cu diversele domenii

ale științei, cum ar fi fizica, chimia, tehnologia etc., ceea ce ajută mulți elevi să rezolve problemele în predarea matematicii și să-și desemneze cariera viitoare (Asli & Zsoldos-Marchis, 2021).

De asemenea, predarea aplicațiilor matematicii în alte domenii are multe beneficii și avantaje. Ajută elevul să îmbunătățească înțelegerea matematică a mediului său și să coreleze matematica cu viața și diversele domenii ale științei, cum ar fi fizica, chimia, economia, tehnologia și altele. Astfel, predarea aplicațiilor matematicii permite elevului să vadă utilizarea matematicii și acest lucru îi permite să vizualizeze matematica, să o înțeleagă și să vadă frumusețea matematicii (Asli & Zsoldos-Marchis, 2021), ceea ce face ca elevul să se bucure de învățarea matematicii, ajutându-l să-și desemneze cariera viitoare.

Multe articole, cum ar fi (Chick și Stacey, 2013; Asli & Zsoldos-Marchis, 2021; Asli & Zsoldos-Marchis, 2022) au arătat efecte pozitive și beneficii ale predării aplicațiilor matematicii în alte discipline: asupra elevilor și profesorilor, asupra atitudinilor lor față de predarea matematicii și asupra predării matematicii în general. De exemplu, predarea aplicațiilor matematicii îmbunătățește atmosfera de învățare în clasele de matematică și transformă o atmosferă de rutină într-una activă atât pentru profesori, cât și pentru elevi, iar atitudinile elevilor față de predarea matematicii s-au schimbat în bine, ceea ce a dus la o îmbunătățire semnificativă a realizărilor elevilor (Asli & Zsoldos-Marchis, 2022).

Așa cum am menționat mai sus, mai multe articole și studii, cum ar fi: (Clark, 1990; Karp, 1991; Burton & Shelton, 2010; Sweeting, 2011; Tabuk, 2018; Tuimavana & Datt, 2017) s-au ocupat de atitudinile profesorilor față de predarea matematicii și de importanța predării aplicațiilor matematicii în alte discipline, dar niciunul dintre ele nu s-a ocupat de relația dintre atitudinile profesorilor și predarea aplicațiilor matematicii. Acest studiu este nou în domeniu deoarece examinează efectul unui nou factor, „predarea aplicațiilor matematicii în alte discipline”, asupra atitudinilor elevilor față de matematică și asupra atitudinilor profesorilor față de predarea matematicii.

În ciuda importanței și beneficiilor învățării aplicațiilor matematicii, studiile au arătat că există unele obstacole în învățarea aplicațiilor matematicii; unele dintre aceste obstacole sunt legate de profesori, unele de elevi și unele de organizații și administratori. Unele dintre obstacole sunt legate de lipsa de pregătire a profesorilor și a elevilor. Elevii au o pregătire slabă în științe, astfel încât nu apreciază sau nu înțeleg aplicațiile (Pinker, 1978; Clark, 1990; Asli & Zsoldos-Marchis, 2021).

În acest sens, prezentul studiu intenționează să dezvăluie opiniile și practicile elevilor și profesorilor cu privire la predarea aplicațiilor matematicii în alte discipline. Cercetarea se concentrează pe opinia elevilor și a profesorilor despre beneficiile și obstacolele predării aplicațiilor matematicii, planifică să afle dacă profesorii folosesc aplicații ale matematicii în predarea lor și să colecteze ideile metodologice ale acelor profesori care folosesc aplicații.

Capitolul 2. Atitudinile față de matematică și predarea matematicii

2.1. Atitudini. Definiție și clarificare a conceptului

Există multe definiții ale conceptului de „atitudine” în literatură. De exemplu, Eagly & Chaiken (2007) au definit o atitudine ca „o tendință psihologică exprimată prin evaluarea unui anumit obiect într-o anumită măsură, pozitiv sau negativ”. Bizer, Barden & Petty (2003), în articolul lor „Atitudini”, au spus că atitudinile sunt considerate unul dintre conceptele fundamentale ale psihologiei, deoarece ajută la explicarea acțiunilor și deciziilor umane. O atitudine este o evaluare continuă a unei persoane sau a oricărui alt obiect.

De asemenea, atitudinea este definită ca evaluarea unui individ pentru sau împotriva unui anumit obiect (Zeiv, 2001). Obiectul la care se referă atitudinea poate fi de diferite tipuri - un obiect specific, cum ar fi o lecție de matematică desfășurată astăzi, un obiect general, cum ar fi subiectul matematicii în general, un obiect abstract, cum ar fi subiectul educației.

De asemenea, există mai multe definiții ale atitudinii față de matematică în literatură. În acest studiu, a fost selectată definiția multidimensională a lui Neale (1969), conform căreia atitudinea față de matematică este „o preferință sau neplăcere față de matematică, o tendință de a se angaja sau de a evita activitatea matematică, o credință că cineva este bun sau rău la matematică și o credință că matematica este utilă sau inutilă” (p. 632).

După cum se poate vedea din definiția de mai sus, atitudinea față de matematică are mai multe componente. În unele lucrări sunt identificate trei componente: plăcerea de a studia matematica, valoarea matematicii și încrederea în matematică (Mullis et al., 2020). Alte cercetări au identificat patru componente: motivație, plăcere, încredere în sine și valoare (Davadas & Lay, 2017; Tapia, 1996).

2.2. Atitudinile profesorilor față de predarea matematicii

Atitudinile profesorilor de matematică față de predarea matematicii sunt probleme foarte importante și afectează foarte mult calitatea predării matematicii, influențează elevul și atitudinile lui față de matematică. Atitudinea elevilor față de matematică este în corelație cu realizările lor matematice. De asemenea, diferite metode de predare au diferite impacturi asupra rezultatelor învățării.

Atitudinile profesorilor și elevilor de matematică este o problemă comună în literatura educației matematice. Multe studii, cum ar fi: (Moreira, 1992; Baturo & Nason, 1996; Keller, 2001; Marchis, 2014; Tuimavana & Datt, 2017) au investigat atitudinile profesorilor și elevilor de matematică și efectul atitudinilor profesorilor și elevilor față de predarea matematicii printre metodele de predare ale profesorilor și motivația și realizările elevilor. Aceste studii au arătat că atitudinile față de predarea matematicii au un efect enorm asupra profesorilor și elevilor deopotrivă, astfel încât atitudinile pozitive ale profesorilor față de predarea matematicii au un efect pozitiv asupra profesorilor înșiși, asupra metodelor de predare ale profesorilor, în plus, profesorii vor fi foarte motivați să predea matematica.

De asemenea, atitudinile pozitive ale profesorilor afectează elevii în mod pozitiv, astfel încât motivația elevilor pentru învățarea matematicii crește, încrederea în sine a elevilor crește și succesul lor în matematică crește, și invers este adevărat.

2.3. Atitudinile elevilor față de matematică

Atitudinile elevilor față de matematică au o mare influență asupra procesului de învățare pentru elevi și asupra realizărilor elevilor, iar influența este în special mai mare pentru atitudinile elevilor asupra realizărilor. Atitudinile pozitive au un efect pozitiv asupra învățării matematicii între elevi și asupra atitudinilor elevilor față de matematică (Skemp, 1976; Ernest, 1989; Karp, 1991; Moreira, 1992; Wilkins, 2002; Tuimavana & Datt, 2017).

Există multe motive pentru care elevii manifestă atitudini negative față de orele de matematică, cum ar fi: elevii nu pot înțelege matematica, elevii sunt nesiguri, elevii simt anxietate față de matematică și profesorii sunt unul dintre cei mai importanți factori. Profesorii sunt de fapt un motiv major care determină elevii să manifeste atitudini negative față de matematică (Clark, 1990; Dulaney, 1994; Nkhase, 2002; Peker, 2016).

Atitudinea pozitivă față de matematică are multe beneficii pentru învățare, reduce anxietatea (Aiken, 1976), asigură implicarea activă în procesul de învățare (Singh, Granville & Dika, 2002).

Este cunoscut de mult timp că există o legătură între succesul în matematică și atitudinile elevilor față de matematică. Studiile în domeniu până în prezent au arătat că elevii cu o atitudine foarte

pozitivă față de matematică au, de asemenea, niveluri mai mari de succes (Yasar, Çermik & Güner, 2014).

Aysun (2017) a spus că elevii care au succes în matematică cu scoruri mari au atitudini pozitive față de matematică și invers.

De asemenea, atitudinile elevilor față de matematică au o mare influență asupra realizărilor elevilor în matematică, astfel încât atitudinile pozitive ale elevilor față de matematică duc la succesul elevilor în matematică. Îmbunătățirea atitudinilor elevilor față de matematică la un nivel inferior oferă o bază pentru un nivel superior de studii matematice și, de asemenea, are un impact asupra realizărilor elevilor de liceu în matematică (Ma & Xu, 2004).

Capitolul 3. Studiu preliminar asupra atitudinilor profesorilor față de predarea matematicii și aplicațiile matematicii

Obiectivele acestei cercetări sunt următoarele:

1. Dezvoltarea unei scale de evaluare a atitudinilor profesorilor de școală post-primară față de predarea matematicii și aplicațiile matematicii (prin chestionar care examinează aplicațiile matematicii).
 2. Identificarea factorilor care sunt evaluați prin scala de atitudini ale profesorilor față de predarea matematicii.
 3. Investigarea atitudinilor profesorilor de școală post-primară față de predarea matematicii.
 4. Investigarea opiniei și practicii profesorilor de școală post-primară cu privire la predarea aplicațiilor matematicii.
- 3.1. Dezvoltarea unei scale de evaluare a atitudinilor profesorilor față de predarea matematicii și a aplicațiilor matematice (prin intermediul unui chestionar care examinează aplicațiile matematice).

Instrumentul de cercetare a fost un chestionar dezvoltat pentru acest studiu pe baza literaturii științifice precum: Muthohir, Lowrie și Patahuddim (2018), Moreira (1992), Tuimavana și Datt (2017) și Institutul Mofet din Israel (1999).

Chestionarul este conceput în scopul de a investiga opiniile și practicile profesorilor privind predarea și integrarea aplicațiilor matematice în alte discipline.

3.2. Colectarea datelor și participanții

Scală a fost completată în 2021 de către 221 de profesori de matematică din școli post primare din Israel. Scală a fost trimisă sub formă de Formular Google participanților. Participarea a fost voluntară. Toți participanții au răspuns la toate întrebările chestionarului.

Vârsta medie a participanților a fost de 41,1 ani, iar experiența medie în predare a fost de 16 ani.

Tabelul 1. Caracteristici demografice ale participanților

Variabilă		Frequency	Procent
Genul	Masculin	82	37%
	Feminin	139	63%
Naționalitatea	Arab	201	91%
	Evreu	20	9%
Grad	Licență	99	44.8%
	Masterat	119	53.8%
	Doctorat	3	2.4%
Nivelul clasei pe care predau	Profesor de gimnaziu	99	44.8%
	Profesori de liceu	122	55.2%
Tipul școlii în care predau	Teoretică	183	82.8%
	Religioasă	3	1.4%
	Tehnologică	23	10.4%
	Privată	12	5.4%

Metodologie

Studiul a fost realizat în 2021 în Israel. Se concentrează pe al treilea obiectiv: Studiarea atitudinilor profesorilor de școală post primară față de predarea matematicii. Instrumentul de cercetare utilizat este scala de atitudini față de predarea matematicii a profesorilor de matematică de la școli post primare descrisă în subcapitolul 3.1 și prezentată în Anexa Numărul 6. Participanții sunt descriși în subcapitolul 3.2.

Pentru analiza datelor au fost luate în considerare doar cele 20 de întrebări, care au fost obținute prin analiza factorială prezentată în subcapitolul 3.3 (vezi Anexa Numărul 7) cu următoarele factori: Anxietate în predarea matematicii, Încredere și plăcere în predarea matematicii, Epuizare ca profesor de matematică, Inovare în predare, Încredere în matematică și Sentiment de suport. Datele obținute au fost analizate cantitativ folosind programul SPSS. Rezultatele includ statistici descriptive (frecvență, procentaj, medie (M) și deviație standard (SD)), comparații și corelații între factori. Testele statistice utilizate sunt: Testul t, Testul F, ANOVA cu o cale și corelații.

Rezultate

Rezultatele prezentate în tabelul numărul 2 indică faptul că profesorii au încredere în matematică și în predare. Media cea mai mare este pentru încredere în matematică și pentru încredere și plăcere în predare (mediile sunt 4,75, respectiv 4,61), din care se poate concluziona că atitudinile majorității profesorilor din Israel față de predarea matematicii sunt pozitive.

Se poate observa că media cea mai mare (4,75) este pentru încrederea în matematică și cea mai mică medie este pentru epuizare (2,45). Media pentru anxietatea în predarea matematicii este destul de ridicată (3,43).

Tabelul 2. Statistici descriptive ale celor șase factori

	N	Minim	Maxim	Media	Deviația standard
Anxietate	221	1.17	5.00	3.4382	.89397
Încredere și plăcere în Predarea	221	3.00	5.00	4.6161	.41541
Epuizare	221	1.00	5.00	2.4525	.98771
Inovare în predare	221	1.00	5.00	4.1109	.73247
Încredere în matematică	221	2.00	5.00	4.7579	.46122
Sentiment de suport	221	1.00	5.00	4.0837	.85467
Număr valid de observații (listwise)	221				

Există, de asemenea, corelații între variabila vârstei și experiența în predare cu factorii de anxietate și sentimentul de suport. Profesorii mai în vârstă sunt mai experimentați în predarea matematicii, de asemenea, se simt mai susținuți. Profesorii cu puțină experiență și vârstă tânără resimt mai multă anxietate în predarea matematicii decât profesorii cu o experiență mai mare și o vârstă mai înaintată. Profesorii mai tineri sunt mai inovatori în predarea matematicii decât profesorii mai în vârstă.

În plus, există și corelații între factorii scalei:

- Profesorii cu mai multă anxietate în predare resimt mai multă epuizare.

- Profesorii cu mai puțină anxietate în predare se simt mai susținuți și sunt mai inovatori în predarea matematicii.
- Profesorii cu încredere și plăcere în predarea matematicii au încredere în matematică, sunt mai inovatori în predarea matematicii, se simt mai susținuți, de asemenea, profesorii cu mai puțină încredere și plăcere în predarea matematicii resimt mai multă epuizare.
- Profesorii cu un nivel excelent de control al calculatorului și tehnologiei sunt mai încrezători și se simt mai plăcuți atunci când predau matematica decât profesorii cu un nivel intermediar și scăzut de control al calculatorului.
- Profesorii cu un nivel excelent de control al calculatorului și tehnologiei sunt mai încrezători în matematică decât profesorii cu un nivel intermediar și scăzut de control al calculatorului.
- Profesorii cu un nivel excelent de control al calculatorului și tehnologiei sunt mai inovatoare în predare decât profesorii cu un nivel intermediar și scăzut de control al calculatorului.

Metodologie

Cercetarea a fost efectuată în 2021 în Israel. Acest studiu se concentrează pe al patrulea obiectiv: studierea atitudinilor profesorilor de școală post-primară față de predarea aplicațiilor matematice. Mai precis, scopul este de a afla opiniile și practicile profesorilor în ceea ce privește predarea aplicațiilor matematice în alte discipline. Instrumentul de cercetare utilizat este chestionarul privind aplicațiile matematice în predare dezvoltat pentru acest studiu, descris în subcapitolul 3.1 și prezentat în Anexa Numărul 6. Participanții sunt descriși în subcapitolul 3.2.

Instrumentul de cercetare și participanții

Instrumentul de cercetare a fost un chestionar, așa cum este descris în subcapitolul 3.1 (vezi subcapitolul 3.1).

Analiza datelor

Întrebările închise au fost analizate cantitativ folosind programul SPSS. Rezultatele includ frecvență, procentaj, medie (M) și deviație standard (SD).

Întrebările deschise au fost analizate calitativ folosind analiza datelor categorice.

Rezultate

Opinia profesorilor despre beneficiile predării aplicațiilor matematice

Profesorii consideră că predarea aplicațiilor matematice este importantă ($M = 4.24$, $SD = 0.52$). Li s-a cerut să evalueze pe o scară de 5 niveluri unele beneficii ale predării aplicațiilor matematice (Tabelul 3). Toate beneficiile enumerate sunt considerate valide de către participanți: media pentru fiecare este mai mare de 4 și deviația standard este sub 0.80. Media cea mai mare a fost obținută pentru extinderea orizontului elevilor și arătarea importanței matematicii elevilor.

Tabelul 3. Percepția profesorilor despre unele beneficii ale predării aplicațiilor matematice

Beneficiu	Medie	Deviație standard
stimularea interesului elevilor pentru matematică	4.16	0.72
Motivarea elevilor pentru învățarea matematicii	4.19	0.69
Arătarea importanței matematicii elevilor	4.33	0.66
Exersarea cunoștințelor matematice	4.20	0.70
Dezvoltarea competenței de utilizare a cunoștințelor matematice în diferite contexte	4.31	0.60
Îmbunătățirea realizărilor elevilor în matematică	4.10	0.72
Extinderea orizontului elevului	4.34	0.63
Dezvoltarea unei atitudini pozitive față de matematică	4.26	0.72

Într-o altă întrebare închisă, respondenții au fost rugați să selecteze cele două avantaje cele mai importante ale predării aplicațiilor matematice dintr-o listă dată. Cele trei avantaje cele mai selectate au fost următoarele: stimularea interesului elevilor pentru matematică (98 de participanți - 44.3%), motivarea elevilor să învețe matematica (77 de participanți - 34.8%), și arătarea importanței matematicii elevilor (21 de participanți - 9.5%).

Practica profesorilor în predarea aplicațiilor matematice

42.5% dintre participanți predau aplicații matematice.

Tabelul 4. Compararea vârstei, experienței în predare și abilităților de utilizare a calculatorului ale celor care nu predau aplicații cu cei care predau aplicații conform testului T efectuat cu programul SPSS.

Tabelul 4. Compararea vârstei, experienței în predare și abilităților de utilizare a calculatorului ale celor care nu predau aplicații matematice cu cei care predau aplicații matematice conform testului T efectuat cu programul SPSS.

Variabilă	Nu predau aplicații			Predau aplicații			t	p
	M	df	SD	M	df	SD		
Vârsta	40.3	208	9.6	42.1	219	8.9	1.3	.170
Experiență didactică	15.4	207	9.6	16.9	219	9	1.1	.230
Abilități de utilizare a calculatorului	1.9	203	0.66	1.5	219	0.64	-3	.002

Notă: abilitățile de utilizare a calculatorului sunt măsurate pe o scară de 4 niveluri (1=Excelent, 2=Bun, 3=Mediu, 4=Scăzut).

Concluzia trasă din tabelul numărul 4 de mai sus este că profesorii care predau aplicațiile matematice în alte discipline au abilități de utilizare a calculatorului mai ridicate decât profesorii care nu predau aplicațiile matematice în alte discipline.

De asemenea, Fizica este disciplina în care aplicațiile sunt integrate cel mai des (47% dintre respondenții care predau aplicații). Aproape jumătate dintre respondenții care predau aplicații (47,9%) le integrează în lecțiile lor de câteva ori pe semestru.

Participanții au fost întrebați cum predau aplicațiile. Jumătate dintre profesorii chestionați le prezintă studenților (52,1%), cealaltă jumătate oferă studenților sarcini prin care aceștia descoperă cum pot aplica cunoștințele matematice (45,7%).

Obstacole în predarea aplicațiilor matematice

Profesorii care nu integrează aplicațiile în lecțiile lor au fost întrebați într-o întrebare deschisă motivul pentru care nu o fac. Răspunsurile au fost analizate calitativ, și categoriile au fost identificate în tabelul 5 de mai jos.

Tabelul 5. Analiza categoriilor referitoare la motivele pentru care răspunsurile nu integrează aplicațiile în lecțiile lor

Categorie	Frecvența pentru Categorie	Subcategorie	Frecvența pentru Subcategorie
Probleme legate de timp	33%	- Nu este timp pentru aceasta în clasă.	70%
		-- Timp necesar pentru pregătirea multor materiale de studiu.	30%
Probleme legate de pregătirea profesorilor și a studenților.	31%	- Studenții au o pregătire slabă în științe pentru a înțelege aplicațiile.	36%
		- Studenții au o pregătire slabă în științe pentru a aprecia aplicațiile.	20%
		- Profesorii nu sunt capabili sau nu au abilități de a preda aplicațiile matematice în alte discipline.	40%
		- Profesorii nu au încredere în a preda aceasta.	4%
Probleme legate de curriculum.	30%	- Nu este inclusă în curriculumul de matematică.	79%
		- Aplicațiile matematicii nu sunt necesare la examene.	21%
Probleme legate de planificare și buget	6%	- Unele aplicații necesită echipamente și demonstrații.	83%
		- Aplicațiile necesită un număr de abilități matematice care sunt în mod normal dobândite la sfârșitul programului de matematică.	17%

De asemenea, participanții au trebuit să selecteze dintr-o listă dată cele două principale obstacole importante în utilizarea aplicațiilor în predarea matematicii. Cele 3 obstacole cel mai frecvent selectate sunt următoarele: constrângerile de timp (30,8%), lipsa cunoștințelor metodologice sau pedagogice ale profesorilor (24,6%) și constrângerile curriculare (15,5%).

Capitolul 4. Cercetare experimentală privind predarea aplicațiilor matematicii în alte discipline pentru subiectul: probleme de maxim-minim.

Metodologia Cercetării

Cercetarea a fost realizată în 2021-2022 în Israel.

Scopul cercetării

Acest studiu urmărește să verifice efectul intervenției cu predarea aplicațiilor matematicii asupra:

- Performanțelor elevilor la matematică și atitudinilor lor față de matematică.
- Atitudinilor profesorilor față de predarea aplicațiilor matematicii.

Instrumentele de Cercetare

Instrumentele de cercetare sunt: Chestionar, Criterii de Observație, Teste de Matematică și Interviuri.

Chestionarul dezvoltat pentru acest studiu este bazat pe literatura științifică. Chestionarul este conceput pentru a evalua atitudinile elevilor față de predarea matematicii și predarea aplicațiilor matematicii în alte discipline.

Chestionarul conține 40 de întrebări, toate fiind întrebări închise (afirmații măsurate pe o scală Likert cu 5 niveluri, de la 1 = total dezacord la 5 = total acord).

Criterii de Observație

Observațiile au fost efectuate pe parcursul a patru luni înainte și după intervenție, cu documentare și descriere a metodologiilor de predare ale profesorilor, a atmosferei din clasă și a motivației de învățare a elevilor.

Teste de Matematică

- Pentru pretest și posttest; au fost construite împreună cu profesorii.
- Interviurile: Interviurile includ 16 întrebări despre atitudinile profesorilor față de predarea matematicii.

- Profesorii din grupul de control au fost intervievați o singură dată înainte de intervenție.
- Profesorii din grupul experimental au fost intervievați de trei ori: prima dată înainte de intervenție, același interviu ca și grupul de control, care a inclus 16 întrebări.
- Al doilea interviu a fost în timpul intervenției, iar ultimul a fost după intervenție.
- Interviuurile din timpul și după intervenție au fost diferite de interviul de dinaintea intervenției; au constat în cinci întrebări legate de predarea aplicațiilor matematicii în alte discipline.

Participanți

Studiul a implicat 4 clase și 4 profesori dintr-un liceu din Israel: două clase de a 11-a și două clase de a 12-a, fiecare clasă fiind împărțită în două grupuri: un grup de control și un grup experimental.

Grupul experimental a inclus 50 de elevi: 25 de elevi din clasele 11-1 și 11-2 și 25 de elevi din clasele 12-1 și 12-2.

Grupul de control a inclus 51 de elevi: 25 de elevi din clasele 11-1 și 11-2 și 26 de elevi din clasele 12-1 și 12-2.

Diviziunea claselor și a profesorilor este prezentată în tabelul 6, după cum urmează:

Tabelul 6. Diviziunea participanților: clase și profesori în cadrul cercetării.

Profesor	Clasă	Tip grup
R	11-1 prima jumătate	Control
E	11-1 a doua jumătate	Experimental
K	11-2 prima jumătate	Control
E	11-2 a doua jumătate	Experimental
R	12-1 prima jumătate	Control
Re	12-1 a doua jumătate	Experimental
K	12-2 prima jumătate	Control
Re	12-2 a doua jumătate	Experimental

Analiza Datelor

- **Datele din chestionar:** întrebările au fost analizate cantitativ folosind programul SPSS. Analiza include Descriptive, frecvență, procentaj, medie (M) și abatere standard (SD), comparații și corelații între factori.

Testele statistice utilizate: T test, F test, One Way ANOVA și corelații.

- **Datele din observații:** analizate calitativ prin analiza categoriilor.

- **Rezultatele testelor de matematică:** s-a făcut o comparație între scorurile elevilor din cele două grupuri la pretest și posttest.

Interviurile: Datele obținute din interviurile de dinaintea intervenției au fost analizate identificând categorii și teme (Shkedi, 2007).

În cazul profesorilor care au participat la intervenție, răspunsurile lor la cele trei interviuri (înainte, în timpul și după intervenție) au fost prezentate ca studii de caz.

Programul de intervenție

Programul de intervenție se concentrează pe probleme de maxim și minim și predă aplicațiile de maxim și minim în alte discipline, cum ar fi: Fizica, Construcții, Economie și viața de zi cu zi. Problemele din viața de zi cu zi au fost ilustrate prin desene și, uneori, prin videoclipuri sau simulări pe calculator. Programul de intervenție oferit profesorilor conținea exemple propuse de aplicații ale matematicii în alte discipline pentru subiectul predat. Programul a oferit, de asemenea, recomandări pentru utilizarea metodelor de predare activă.

Pentru mai multe detalii, materialul studiat în perioada de cercetare (în timpul observațiilor de dinaintea, din timpul și de după intervenție) este „calculul diferențial și integral”, în special următoarele subiecte: ecuația tangentei funcțiilor, punctele extreme, schițarea graficelor diferitelor funcții, precum și problemele de maxim și minim. Este important de menționat că aceleași subiecte au fost predate în ambele grupuri (control și experimental) pentru clasele a 11-a și a 12-a, în deplină coordonare între profesori. Clasele a 11-a și a 12-a au studiat aceleași subiecte de calcul diferențial și integral, dar pentru diferite tipuri de funcții: clasele a 11-a pentru funcții polinomiale, raționale și de rădăcină, iar clasele a 12-a pentru funcții logaritmice, trigonometrice, exponențiale și de putere.

În timpul intervenției, ambele grupuri au studiat probleme de maxim și minim, dar elevii din grupurile de control au rezolvat doar probleme matematice (de exemplu, calculul punctelor de minim și maxim ale diferitelor funcții), în timp ce elevii din grupul experimental au rezolvat și aplicații de maxim și minim în alte discipline (au primit o problemă dintr-o altă disciplină sau din viața de zi cu zi, au trebuit să modeleze problema printr-o funcție, apoi să calculeze punctele de minim sau maxim ale acelei funcții).

Programul de intervenție a fost construit în coordonare și acord cu profesorii implicați în cercetarea experimentală. Programul a ținut cont de temele de studiu înainte, în timpul și după intervenție, de cerințele curriculare și de cerințele examenului de bacalaureat. Scopul a fost de a realiza maximum în predarea aplicațiilor matematicii fără a interfera cu examenele și fără a pierde prea mult timp și lecții.

Programul de intervenție conține trei etape:

1. Perioada de observare (înainte de intervenție)

Această perioadă durează o lună și are ca scop observarea și documentarea metodelor de predare ale profesorilor, atmosfera de învățare din clase, motivația elevilor de a învăța matematică, participarea elevilor la lecții, activitatea elevilor în cadrul lecțiilor, dacă profesorul este figura centrală în clasă sau elevii etc.

2. Perioada de intervenție de două luni

S-a decis împreună cu profesorii ca perioada de intervenție să fie de două luni și ca profesorii să predea subiectul problemelor de maxim și minim. Acest subiect a fost ales deoarece este perceput ca dificil de mulți elevi, iar profesorii sunt interesați să verifice dacă intervenția va avea un efect și îi va ajuta în rezolvarea dificultăților elevilor în subiectul problemelor de maxim și minim.

3. După intervenție pentru o lună

Scopul acestei perioade este de a continua observarea și documentarea profesorilor și elevilor din ambele grupuri pe tema problemelor de maxim și minim și de a continua compararea celor două grupuri prin practici și maratoane de pregătire pentru examenele de bacalaureat. În plus, se verifică efectul intervenției și dacă elevii din grupul experimental continuă să rezolve problemele de maxim și minim într-un mod mai bun în comparație cu perioada de dinainte de intervenție și cu grupul de control.

Rezultate

Chestionarul a fost analizat folosind programul SPSS conform a patru categorii. Categoriile sunt:

1. Încredere în sine (Încredere în sine în matematică).
2. Valoare (Valoarea matematicii).
3. Plăcere (Plăcere în matematică).
4. Motivație (Motivația pentru învățarea matematicii).

Rezultatele din tabelul 7 au arătat că în grupul de control atitudinile elevilor față de predarea matematicii și predarea aplicațiilor matematicii în alte discipline nu s-au îmbunătățit (vezi tabelul nr.7 de mai jos).

Tabelul 7. Statistici descriptive ale grupului de control: înainte și după intervenție (PREPOST)

Grupul de control, înainte și după intervenție	N	Înainte		După		Diferență (Media)		Std.	
		Minim Maxim	Minim Maxim	Minim Maxim	După	Înainte	După	Înainte	După
Încredere în sine (încredere în sine în matematică)	51	1.60	5.00	1.73	4.93	3.8120	3.7767	.93660	.86919
Valoare (Valoarea matematicii)	51	2.00	5.00	2.00	5.00	3.7824	3.6980	.74772	.71568
Plăcere (Plăcerea în matematică)	51	2.00	5.00	2.00	5.00	3.6804	3.6314	.82000	.79536
Motivație (Motivația de a învăța matematica)	51	1.20	5.00	1.20	5.00	3.5333	3.4824	.85573	.79416
Valabil N (în mod listwise)	51								

În comparație cu grupul de control, în grupul experimental:

Tabelul 9. Comparația rezultatelor grupurilor de control și experimentale pe categorii la POSTTEST conform testului T.

Compararea între grupurile de control la prepost	Test inițial			Test final			Rezultate		
	N	Medie	Std.	N	Medie	Std.	df	Valoare p	t
Încredere în sine	51	3.8/3.6	.90/.70	51	3.7/4.4	.86/.38	51	0.036	2.14
Valoare	51	3.7/3.4	.74/.80	51	3.6/4.3	.71/.40	51	0.00	4.86
Bucurie	51	3.6/3.4	.82/.90	51	3.6/4.2	.79/.49	51	0.012	2.59
Motivație	51	3.5/3.4	.85/.90	51	3.4/4.2	.79/.40	51	0.079	1.79
N valid (listwise)	51			51					

Despre observație:

Profesorii din ambele grupuri (control și experiment) înainte de intervenție au predat fără aplicații în alte discipline ale conținutului matematic studiat.

Acest mod de predare a continuat și în grupul de control după intervenție.

Mulți elevi au avut lecții de matematică plictisitoare și rutine, iar ei au fost pasivi, ceea ce le-a provocat plictiseală și ură față de matematică, chiar având atitudini negative față de aceasta.

Comparativ cu grupul experimental:

În timpul și după intervenție, există diferențe semnificative în atmosfera de învățare și în motivația elevilor.

Elevii îndrăgesc să învețe matematica, sunt activi în clasă, mai interesați, cu o motivație ridicată de a învăța, iar atmosfera lecțiilor este mai activă.

Metoda de predare a profesorilor s-a schimbat și există un efect pozitiv asupra profesorilor și elevilor.

Atitudinile profesorilor și elevilor față de predarea matematicii s-au schimbat pozitiv.

Despre teste de matematică: Rezultatele au arătat că predarea aplicațiilor matematice în alte discipline a condus la o îmbunătățire a performanțelor elevilor.

În grupul de control (care nu a predat aplicații matematice), nu s-a înregistrat nicio îmbunătățire a performanțelor.

În grupul experimental (predarea aplicațiilor matematice), s-a înregistrat o îmbunătățire semnificativă a performanțelor elevilor.

Despre interviuri:

Concluzia principală este că:

- Predarea aplicațiilor matematice în alte discipline are un efect pozitiv asupra profesorilor.
- Înainte de intervenție, profesorii foloseau metode standard de predare.
- Majoritatea profesorilor nu includ aplicații ale matematicii în predare.
- După intervenție, s-a observat o schimbare importantă în atitudinea și predarea profesorilor.
- Profesorii au atitudini pozitive față de matematică și au devenit bine calificați pentru a preda aplicații ale matematicii.
- Nivelul de încredere al profesorilor în predarea aplicațiilor matematice a crescut semnificativ.

Capitolul 5. Rezumat și discuție

5.1. Rezumat și concluzii principale

Profesorii au considerat valabile toate beneficiile enumerate ale predării aplicațiilor matematice, deoarece media pentru fiecare dintre beneficiile posibile este peste 4 pe o scară de 5 nivele, iar deviația standard este sub.

Cele trei cele mai mari beneficii și avantaje ale predării aplicațiilor matematice în viziunea profesorilor sunt:

1. Stimularea interesului elevilor pentru matematică.
2. Motivarea elevilor pentru învățarea matematicii.
3. Demonstrarea elevilor importanței matematicii.

În plus față de beneficiile și avantajele predării aplicațiilor matematice, există și unele obstacole. Participanții au selectat dintr-o listă dată principalele obstacole importante ale utilizării aplicațiilor în predarea matematicii. Cele trei obstacole selectate cel mai frecvent sunt următoarele:

1. Constrângeri de timp - nu există suficient timp pentru a preda aplicațiile matematice în alte discipline.
2. Lipsa cunoștințelor metodologice sau pedagogice ale profesorilor.
3. Constrângeri de curriculum - profesorii trebuie să predea materialul necesar pentru examenele de absolvire în Israel.

Conform rezultatelor cercetării efectuate asupra efectului unei intervenții în predarea aplicațiilor matematice în alte discipline asupra atitudinilor și performanțelor elevilor, concluziile principale pot fi rezumate astfel:

1. Predarea aplicațiilor matematice în alte discipline dezvoltă o atitudine pozitivă a elevilor față de matematică.
2. Predarea aplicațiilor matematice în alte discipline îi motivează pe elevi să învețe și îi transformă în participanți activi la propria lor învățare. De asemenea, elevii se bucură de învățarea matematicii și învață cu plăcere și pasiune pentru subiect.

3. Predarea aplicațiilor matematice în alte discipline a condus la o îmbunătățire semnificativă a performanțelor elevilor la matematică.

Și conform rezultatelor cercetării efectuate asupra efectului unei intervenții în predarea aplicațiilor matematice în alte discipline asupra profesorilor participanți, concluziile principale pot fi rezumate astfel:

1. Profesorii intervievați au raportat avantaje și beneficii, dificultăți și obstacole în predarea aplicațiilor matematice în alte discipline.
2. Toți profesorii intervievați au raportat că există diferențe între lecțiile în care se predau aplicații ale matematicii și lecțiile în care nu se predau aplicații ale matematicii (în favoarea lecțiilor în care se predau aplicații ale matematicii).
3. Încrederea profesorilor intervievați în predarea aplicațiilor matematice în alte discipline a crescut semnificativ după intervenție în comparație cu încrederea anterioară intervenției.
4. Atitudinea profesorilor față de predarea matematicii și a aplicațiilor sale s-a schimbat în bine, profesorii au devenit mai încrezători în predarea matematicii, iar succesul lor în predarea aplicațiilor matematice a crescut de la un nivel mediu la un nivel foarte bun.

5.2. Concluzii

Concluziile acestei studii au arătat că predarea aplicațiilor matematice în alte discipline are un efect semnificativ asupra mai multor aspecte și niveluri, atât pentru elevi, cât și pentru profesori.

Predarea aplicațiilor matematice îmbunătățește atmosfera de învățare în clasele de matematică și transformă o atmosferă pasivă într-o atmosferă activă atât pentru profesori, cât și pentru elevi, crescând motivația elevilor pentru învățarea matematicii. De asemenea, predarea aplicațiilor matematice în alte discipline a condus la o schimbare mai bună în: metodele de predare a matematicii, în atitudinea atât a profesorilor, cât și a elevilor față de matematică și ceea ce este foarte important este că metoda a condus la o îmbunătățire semnificativă a performanțelor elevilor.

Putem concluziona și afirma că intervenția și metoda în general au avut succes. Scopurile cercetării au fost atinse, iar cercetarea a produs rezultate foarte bune și noi în domeniul predării matematicii.

Referințe

- AAMT Position Statement, (2015). Promoting positive attitudes towards mathematics. *The Australian Association of Mathematics Teachers Inc. AAMT Student Activities*. <http://www.aamt.edu.au/Student-activities>
- Abosalem, Y.M. (2015). Khalifa University Students` Attitudes Towards Mathematics in the Light of Variables Such as Gender, Nationality, Mathematics Scores and the Course they are Attending. *Khalifa University, Educational Journal*, 4(3), 123-131.
- Aiken, L.R. (1976). Update on attitudes and other affective variables in learning mathematics. *Review of Educational Research*, 46(2), 293–311. <https://doi.org/10.3102/00346543046002293>
- Asli, A., & Marchis, I. (2021). Teaching applications of Mathematics in other disciplines: teachers' opinion and practice. *ACTA DIDACTICA NAPOCENSIA*, 14(1), 142-150. <https://doi.org/10.24193/adn.14.1.11>
- Asli, A., & Marchis, I. (2022). "Teacher`s attitudes towards teaching mathematics" scale: factor analysis, *Proceedings of the 16th International Technology, Education and Development Conference*, 10190-10197. <https://doi.org/10.21125/inted.2022.2680>.
- Asli, A. (2022). ISRAELI POST-PRIMARY TEACHER'S ATTITUDES TOWARDS TEACHING MATHEMATICS. *PedActa*, 12(1).
- Asli, A., & Zsoldos-Marchis, I. (2023). The effect of an intervention with teaching applications of mathematics on students' attitudes and achievement. *Review of Science Mathematics & ICT Education*, 17(2).
- Asli, A., & Zsoldos-Marchis, I. (2023). Teaching applications of Mathematics: the effect of the intervention on the participating teachers. *Studia Psychologia-Paedagogia*, 68(1), 95-110.

- Akinsola, M.K., & Olowajaiye, F.B. (2008). Teacher Instructional methods and Student Attitudes towards Mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 3(1), 60-73.
- Alkhateeb, H. M. (2014). Elementary education student attitudes to teaching mathematics. *Comprehensive Psychology*, 3, 10-IT.
- Amato, S.A. (2004). Improving student teachers` attitudes to mathematics. *Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 25–32.
- Andreescu, T., Mushkarov, O., & Stoyanov, L. (2005). Geometric problems on maxima and minima. *Birkhauser, Boston*.
- Arbabifar, F. (2021). Transfer of learning in a mathematical methods in physics course for undergraduate students of physics. *European Journal of Physics*, 42(4).
- Aysun, N.E. (2017). Students' Attitudes towards Mathematics and the Impacts of Mathematics Teachers' Approaches on It. *Acta Didactica Napocensia*, 10(2), 99-108.
- Ball, D. (1990). The mathematical understanding that prospective teachers bring to teacher education. *Elementary School Journal*, 90(4), 449–466.
- Baykul, Y. (1990). Changes in attitudes towards Mathematics and Science lessons from the fifth elementary school to the last classes of high schools and balanced schools. *Ankara: Ösym publications*.
- Baykul, Y. (1992). Success in Mathematics, *Hacettepe University Journal of Education*, 2, 87-95.
- Bayturan, S. (2004). Attitudes towards Mathematics of Mathematics Achievement of Secondary School Students, its relationship with psychosocial and sociodemographic characteristics. (*Unpublished Master Thesis*) *Dokuz Eylul University, Izmir*.
- Becker, H., Levenberg, I., & Israel. (2003). Selection of Mathematics Teaching Specialization in a Multicultural College.
- Bell, M. (2001). Supported reflective practice: A programme of peer observation and feedback for academic teaching development, *International Journal for Academic Development*, 6(1), 29-39.
- Ben-Sabar, Y.N. (2016). Traditions and Genres in qualitative research: Philosophies, strategies and advanced tools. *Tel Aviv University, Israel*.

- Bizer, G., Barden, J., & Petty, R.E. (2003). Attitudes. In L. Nadel et al. (Eds.) *Encyclopedia of cognitive science*. (Vol. 1, pp. 247-253). Hampshire, England: MacMillan.
- Boaler, J., & Staples, M. (2008). Creating Mathematical Future Through an Equitable Teaching Approach: The Case of Railside School. *Teachers College Record*, 110(3), 608-645.
- Burgess, R.G. (2005). The Ethics of Educational Research. *Social research and educational studies, series 8*.
- Burton, S., & Shelton, N. (2010). Practical Math Applications. *Texas University*.
- Bingolbali, E., Monaghan, J., & Roper, T. (2007). Engineering students' conceptions of the derivative and some implications for their mathematical education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38(6), 763–777.
- Cenberci, S. (2019). The Examination of Prospective Mathematics Teachers' Mathematics Teaching Anxiety Levels. *Journal of Theoretical Educational Science*, 12(4), 1193-1208.
- Chick, H., & Stacey, K. (2013). Teachers of Mathematics as Problem-Solving Applied Mathematicians. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education*, 13(2), 121-136.
- Cinari, S., Pirasai, N., Uzun, N., & Erenler, S. (2016). The Effect of Stem Education on Pre-Service Science Teachers' Perception of Interdisciplinary Education. *Journal of Turkish Science Education*.
- Clark, M. (1990). Applications—handle with care. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 9(1), 33-34.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *International Centre for Classroom Research, Faculty of Education, University of Melbourne, Victoria 3010, Australia. Teacher Learning, LessonLab Inc., 3330 Ocean Park Boulevard, Santa Monica, CA 90405, USA. Teaching and Teacher Education*, 18, 947–967.
- Creswell, J.W. (2012). Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research. *University of Nebraska–Lincoln, Fourth Edition*.

- Dahaf Institute in Israel, (2012). Perceptions, attitudes and willingness to behave towards the teaching profession in general and the teaching of mathematics and science in particular. *Israel*.
- Davadas, S.D., & Lay, Y.F. (2017). Factors affecting students' attitude toward mathematics: A structural equation modeling approach. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(1), 517–529. <https://doi.org/10.12973/ejmste/80356>.
- Drigas, A.S., & Pappas, M.A. (2015). A Review of Mobile Learning Applications for Mathematics. *NCSR DEMOKRITOS, Institute of Informatics and Telecommunications, Net Media Lab, Athens, Greece*.
- Dulaney, C. (1994). Racial and gender gaps in achievement. Raleigh, NC: Wake County Public Schools System Department of Evaluation and Research. (*ERIC Document Reproduction Service No. ED 380198*).
- Eagly, A.H., & Chaiken, S. (2007). The advantages of an inclusive definition of attitude. *Social Cognition*, *25*(5), 582–602. <https://doi.org/10.1521/soco.2007.25.5.582>
- Elçi, A.N. (2017). Students' Attitudes towards Mathematics and the Impacts of Mathematics Teachers' Approaches on It, *Acta Didactica Napocensia*, *10*(2), 99-108.
- El-Deghaidy, H., & Mansour, N. (2015). Science teachers' perceptions of STEM education: Possibilities and challenges. *International Journal of Learning and Teaching*, *1*(1), 51-54.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM education*, *3*, 1-8.
- Ernest, P. (1989). The Knowledge, Beliefs and Attitudes of the Mathematics Teacher: a Model, *Journal of Education for Teaching*, *15*(1), 13-33.
- Ertekin, E. (2010). Correlations between the mathematics teaching anxieties of pre-service primary education mathematics teachers and their beliefs about mathematics. *Educational Research and Reviews*, *5*(8), 446-454.
- Fennema, E., & Sherman, J. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitude scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males.

Psychological Documents (Ms No. 1225). Washington, DC: American Psychological Association.

Frisch, R. (in collaboration with A. Nataf) (1996). Maxima And Minima. Theory and Economic Applications. *Sprjnger-Science & Bussness Media, B.V.*

Galili, I., & Hazan, A. (2000). The influence of an historically oriented course on students' content knowledge in optics evaluated by means of facets-schemes analysis. *Science Teaching Center, Phys. Educ. Res., Am. J. Phys. Suppl.* 68(7), 3-15.

Galili, I., & Hazan, A. (2010). Learners' knowledge in optics: interpretation structure and analysis. *Science Teaching Department, International Journal of Science Education*, 22(1), 57-88.

Gallagher, A.M., & De Lisi, R. (1994). Gender differences in scholastic aptitude test-mathematics problem, solving among high-ability students. *Journal of Educational Psychology*, 84, 204-211.

Gao, X., Li, P., Shen, J., & Sun, H. (2020). Reviewing assessment of student learning in interdisciplinary STEM education. *International Journal of STEM Education*.

Gliner, J.A., & Leech, N.L. (2009). Research methods in applied settings: an integrated approach to design and analysis. *New York: Routledge.*

Guskey, T.R. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational Researcher*, 15(5), 5–12.

Harpaz, Y. (2009). The third model: description, analysis, reference. *Teaching-Learning-Assessment Processes. Israel*, 20, 177-202.

Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1(1), 371-404.

Hunt, T.E., & Sari, M.H. (2019). An English Version of the Mathematics Teaching Anxiety Scale, *International Journal of Assessment Tools in Education*, 6(3), 436–443. <https://dx.doi.org/10.21449/ijate.615640>

Israel Institute for Academic Research, (2004). *Ubank. Israel.* <https://www.ubank.co.il>

- Ingvarson, L., Beavis, A., Bishop, A., Peck, R., & Elsworth, G. (2004). Investigation of effective mathematics teaching and learning in Australian secondary schools. *Australian, Council for Educational Research*.
- Jurdak, M. (2016). Learning and Teaching Real World Problems Solving in School Mathematics. *American University of Beirut. Beirut, Lebanon*.
- Kaplan, W. (1999). Maxima and minima with applications: practical optimization and duality. *John Wiley & Sons, INC., New York, Chichester, Weinheim, Brisbane Singapore, Toronto*.
- Karp, K.S. (1991). Elementary school teachers` attitudes towards mathematics: the impact on students Autonomous learning skills. *School of Education Adelphi University. Garden City, New York*.
- Kasmin, F., Othman, Z., & Syed Ahmad, S.S. (2019). Improving Students' Perception Towards Learning Mathematics: Impact of Teaching Application of Mathematics. *EDUCATUM Journal of Science, Mathematics and Technology*, 6(1), 29–34. <https://doi.org/10.37134/ejsmt.vol6.1.4.2019>
- Keller, C. (2001). "Effect of teachers' stereotyping on students' stereotyping of Mathematics as a male domain". *The Journal of Social Psychology*, 141(2), 165-173.
- Khine, M.S., & Afari, E. (2014). Psychometric properties of an inventory to determine the factor that affect students` attitudes towards mathematics. *Psychology Society and Education*, 6(1), 1-15.
- Khoo, S.T., & Ainley, J. (2005). Attitudes, intentions and participation: Longitudinal survey of Australian youth. *Victoria: Australian Council for Educational Research*.
- Kirikkaya, E.B., Iseri, S., & Vurkaya, G. (2010). A board game about space solar system for primary school students. *The Turkish online journal of educational technology*, 9(2), 1-13.
- Klymchuk, S., Zverkova, T., Gruenwald, N., & Sauerbier, G. (2010). University Student`s difficulties in solving application problems in calculus: Students perspectives. *Mathematics Education Research Journal*.

- Kolovou, A.; van den Heuvel-Panhuizen, M. & Bakker, A. (2009). Non-Routine Problem Solving Tasks in Primary School Mathematics Textbooks – *A Needle in a Haystack*, *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 8(2), 31-68.
- Kurbanoglu, N.İ., & Takunyacı, M. (2012). An investigation of the attitudes, anxieties and self-efficacy beliefs towards mathematics lessons high school students' in terms of gender, types of school, and students' grades. *Journal of Human Sciences*, 9(1), 110-130.
- Lin, S. H., & Huang, Y. C. (2016). Development and application of a Chinese version of the short attitudes toward mathematics inventory. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 193-216.
- Ling, Y. (2005). Application of Modern Teaching Strategies in Physics Teaching. *Department of physics, Tsinghua University, Beijing 10084. People`s Republic of China*.
- Ma, X. (1997). Reciprocal relationships between attitude toward mathematics and achievement in mathematics. *The Journal of Educational Research*, 90(4), 221-229.
- Ma, X., & Xu, J. (2004). Assessing the relationship between attitude towards mathematics and achievement in mathematics: *A meta-analysis*. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 26-47.
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *Zdm*, 51, 869-884. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01100-5>.
- Maddena, M.E., Baxtera, M., Beauchampa, H., Boucharda, K., Habermasa, D., Huffa, M., Ladda, B., Pearona, J., & Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541-546.
- Majeed, A.A., Darmawan, I.G.N., & Lynch, P. (2013). A Confirmatory Factor Analysis of Attitudes Towards Mathematics Inventory (ATMI). *The Mathematical Educator*, 15(1) 121-135.
- Marchiş, I. (2009a). A Comparison of the National Tests on Mathematics for 12-13 Years Old Pupils in Romania and Singapore. *Studia Universitatis Babes-Bolyai Psychologia-Paedagogia*, 54(2), 177-184.

- Marchiş, I. (2009b). Comparative analysis of the mathematics problems given at international tests and at the Romanian national tests. *Acta Didactica Napocensia*, 2(2), 141-148.
- Marchis, I. (2012). Non-routine problems in primary mathematics workbooks from Romania. *Acta Didactica Napocensia*, 5(3), 49-56.
- Marchis, I. (2013). Relation between students' attitude towards Mathematics and their problem solving skills. *PedActa*, 3(2), 59-66.
- Marchis, I. (2014). Self-regulation during pre-service primary school teachers' mathematical problem solving. *Proceedings of the 6th International Conference on Education and New Learning Technologies*, pp. 5503-5509.
- Masanja, V.G, (2008). Mathematics and other disciplines-The impact of modern Mathematics in other Disciplines. *University of Dar es Salaam Mathematics Department*.
- Mathers, N., Fox, N., & Hunn, A. (2007). Surveys and Questionnaires. *Trent RDSU, National Institute for Health Research*.
- Memnun, D.S., & Akkaya, R. (2012). Pre-Service teachers' attitudes towards mathematics in Turkey. *International Journal of humanities social science*, 9(2), 90-99.
- Michaels, L.A., & Forsyth, R.A. (1978). Measuring attitudes toward mathematics? Some questions to consider. *Arithmetic Teacher*, 26, 22-25.
- Miteva, M., Zlatanovska, B., & Kocaleva, M. (2022). Some examples for teaching mathematics in STEM context. *STEM Education Notes*, 1(2), 31–39. <https://doi.org/10.37418/stem.1.2.1>
- Mofet Institute in Israel, (1999). Questionnaire of students' attitudes towards mathematics. *The National Institute for Research and Development in Teacher Training and Education*.
- Moreira, C. (1992). Primary Teachers' attitudes towards mathematics and mathematics teaching with special reference to a logo-based in-service course. *Institute of Education, University of London*.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D.L., & Fishbein, B. (2020). TIMSS 2019 international results in mathematics and science. *Paper presented at the TIMSS & PIRLS International Association for the Evaluation of Educational Achievement*.

- Muthohir, T.C., Lowrie, T., & Patahuddim, S.M. (2018). The Development of A Student Survey on Attitudes Towards Mathematics Teaching-Learning Processes. *Journal on Mathematics Education, 9*(1), 1-14.
- Neale, D. (1969). The role of attitudes in learning mathematics. *The Arithmetic Teacher, 16*(8), 631-641.
- Neumeier, M. (1996). Meetings with Psychology. *Even Yehuda, Israel*.
- Nisbet, S. (1991). A new instrument to measure pre-service primary teachers' attitudes to teaching mathematics. *Mathematics Education Research Journal, 3*(2), 34-56.
- Nkhase, S.C. (2002). Teaching the relevance of mathematics. *Rand Afrikaans University*.
- Oonk, W., Verloop, N., & Gravemeijer, K.P.E. (2020). Analyzing student teachers' use of theory in their reflections on mathematics teaching practice. *Mathematics Education Research Journal, 32*, 563–588.
- Pallant, J. (2001). SPSS survival manual. A step-by-step guide to data analysis using SPSS. Buckingham: *Open University Press*.
- Panero, M., Castelli, L., Di Martino, P., et al. (2023). Preservice primary school teachers' attitudes towards mathematics: a longitudinal study. *ZDM Mathematics Education, 55*, 447–460. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01455-2>
- Patten, M.L. (2009). Understanding research methods: an overview of the essentials. *Glendale, Calif: Pyrczak*.
- Peker, M. (2016). Mathematics teaching anxiety and self-efficacy beliefs toward mathematics teaching: A path analysis. *Educational Research and Reviews, 11*(3), 97-104.
- Peker, M., & Ertekin, E. (2011). The Relationship between Mathematics Teaching Anxiety and Mathematics Anxiety. *The New Educational Review, 23*(1), 213-226.
- Peker, M., & Mirasyedioğlu, S. (2008). Pre-Service Elementary School Teachers' Learning Styles and Attitudes towards Mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 4*(1), 21-26.
- Perry, B., Way, J., Southwell, B., & White, A. (2006). Mathematical Attitudes, Beliefs and Achievement in Primary Pre-service Mathematics Teacher Education, *7*, 33–52.

- Philippou, G.N., & Christou, C. (1998). The effects of A preparatory mathematics program in changing prospective teachers` attitudes towards mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 189-206.
- Pinker, A. (1978). On the Teaching of Applications of Mathematics to Students Who Aspire to Major in the Biological, Behavioral and Social Sciences. *School Science and Mathematics*, 78(8), 635-642.
- Puteh, M. (2002). Techniques For Developing Positive Attitudes Towards Mathematics. *Conference: Persidangan Kebangsaan Pendidikan Matematik 2002, v(1)*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/301781345_Techniques_For_Developing_Positive_Attitudes_Towards_Mathematics
- Redfors, A., Hansson, L., Hansson, O., & Juter, K. (2014). The role of mathematics in the teaching and learning of physics. *Kristianstad University, Kristianstad, Sweden. Learning Science: Cognitive, affective and social aspects*.
- Relich. J., Way, J., & Martin, A. (1994). Attitudes to Teaching Mathematics: Further Development of a Measurement Instrument. *1(6)*, 56-69. *University of Western Sydney, Nepean*.
- Reyes, L.H. (1984). Affective variables and mathematics education. *The Elementary School Journal*, 84(3), 558-581.
- Sevimli, E., & Ünal, E. (2022). Is the STEM Approach Useful in Teaching Mathematics? Evaluating the Views of Mathematics Teachers. *European Journal of STEM Education*, 7(1), 01. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/11775>
- Sherman, H.J., & Christian, M. (1999). Mathematics Attitudes and Global Self-concept: An Investigation of the Relationship. *College Student Journal*, 33(1), 95.
- Shkedi, A. (2007). Words of meaning, qualitative research-theory and practice. *Tel Aviv University, Israel*.
- Singh, K., Granville, M., & Dika, S. (2002). Mathematics and Science Achievement: Effects of Motivation, Interest, and Academic Engagement. *The Journal of Educational Research*, 95(6), 323–332. <http://doi.org/10.1080/00220670209596607>

- Skemp, R.R. (1976). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20-26.
- Skilling, K., Bobis, J., Martin, A., Anderson, J., & Way, J. (2008). Teachers' Perceptions of Student Engagement and Disengagement in Mathematics. *University of Sydney*.
- Stillman, G.A., Blum, W., Kaiser, G., & Brown, J.P. (2013). Mathematical Modelling: Connecting to Teaching and Research Practices-The Impact of Globalisation. [*International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*](#).
- Strike, K.A. (2006). The Ethics of Educational Research. *Syracuse, Syracuse University*.
- Ministry of Education in Israel, (2023). The curriculum and matriculation exams in mathematics. <https://edu.gov.il/special/Curriculum/High-School/Pages/High-School-List-of-subjects-per-grade.aspx>
- Sweeting, K. (2011). Early Years Teachers' Attitudes Towards Mathematics. Centre for learning Innovation, *Faculty of Education, Queensland University of Technology*.
- Tabuk, M. (2018). Prospective Primary School Teachers' Attitudes Towards Teaching Mathematics. *Journal of Education and Learning*, 7(4).
- Tall, D.O. (1990). Cognitive Difficulties in Learning Analysis. *Mathematics Education Research Centre, Warwick University*.
- Tambychika, T., & Meerah, T.S.M. (2010). Students' Difficulties in Mathematics Problem-Solving: What do they Say? *International Conference on Mathematics Education Research*.
- Tapia, M. (1996). The Attitudes toward Mathematics Instrument. *the Mid-South Educational Research Association*.
- Tapia, M., & Marsh II, G. (2000). Attitudes toward Mathematics Instrument: An Investigation with Middle School Students. *the Mid-South Educational Research Association*.
- Tapia, M., & Marsh II, G. (2004). An Instrument to Measure Mathematics Attitudes. [*Academic Exchange Quarterly*](#), 8(2), 16-21.
- Tapia, M., & Marsh, G. E. (2004). The relationship of math anxiety and gender. *Academic Exchange Quarterly*, 8(2), 130-134.

- Tarmizi, R.A. (2010). Visualizing student`s Difficulties in Learning Calculus. *Procedia-social and behavioral sciences*, 8, 377-383.
- Terwilliger, J., & Titus, J. (1995). Gender differences in attitudes and attitude changes among mathematically talented youth. *Gifted Child Quarterly*, 39(1), 29-35.
- Tikhomirov, V.M., & Shenitzer, M. (2001). Stories about maxima and minima. USA: *The American Mathematical Society*.
- Titu, A. (2005). Geometric problems on maxima and minima. *The University of Texas, USA*.
- Tuimavana, R., & Datt, N. (2017). Teachers' Attitude Towards Teaching Mathematics at Upper Primary Levels in Fiji's Primary Schools: A Case Study of the Western Primary Schools. *International Journal of Humanities and Cultural Studies*, ISSN 2356-5926.
- Wang, X. (2013). Why students choose STEM majors: Motivation, high school learning, and postsecondary context of support. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1081-1121. <https://doi.org/10.3102/0002831213488622>.
- Watson, J. (1987). The attitudes of pre-service primary teachers toward mathematics: Some observations. *Research in Mathematics Education in Australia*, August (1987), 48-56.
- Wilknis, J. (2002). The impact of Teachers content knowledge and attitudes on instructional beliefs and practices. Retrieved October 19, 2009 from *Electronic Resources Information Centre (ERIC) database (ERIC document No ED471775)*.
- Wood, D. (2008). Problem-based learning. *BMJ, Clinical Research Education*, p. 336-971. [10.1136/bmj.39546.716053.80](https://doi.org/10.1136/bmj.39546.716053.80).
- Woolnough, J. (2000). How do Students learn to apply their Mathematical Knowledge to Interpret Graphs in Physics? *Research in science educations* 30(3), 259-267.
- Yasar, M. (2016). High school students' attitudes towards mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, and Technology Education*, 12(4), 931–945. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1571a>
- Yasar, M., Çermik, H., & Güner, N. (2014). High school students' attitudes towards mathematics and factors affect their attitudes in Turkey. *Egitim Bilimleri Fakultesi Dergisi*, 47(2), 41–64.

- Yee Lim, S., & Chapman, E. (2013). Development of a short form of the attitudes towards mathematics inventory. *Educational Studies in Mathematics*, 82, 145-164.
- Yehiali, T. (2016). What is meaningful learning? Can face-to-face teaching be meaningful? *Science Education and Teaching. Israel*, 23, 33-46.
- Yenilmez, K. (2007). Attitudes of Turkish high school students toward mathematics. *International Journal of Educational Reform*, 16(4), 318–335.
- Yildirim, B., & Sidekli, S. (2018). STEM Applications in mathematics education: The effect of STEM Applications on different dependent variables. *Journal of Baltic Science Education*.
- Zeiv, A. (2001). Psychology in Education. *Tel Aviv, Israel*.