



מחקר עיון ויצירה

כתב עת אלקטרוני
בהוצאת המכללה האקדמית לחינוך ע"ש דוד ילין, ירושלים

גליון מס' 15, תשפ"ו, 2026

ניתן לקריאה באתר המכללה
<http://www.dyellin.ac.il>

**קונפליקטים אפיסטמיים ומקומם בעיצוב זהות מקצועית
בתהליך פיתוח יחידת הוראה בין-תחומית במתמטיקה
ובמדעים (STEM)**

ד"ר אורית ברוזה, ד"ר נורית חמו
המרכז האקדמי לוינסקי-וינגייט

תקציר

מוסבים להוראה כקריירה שנייה בתחומי (STEM Science, Technology, Engineering, Mathematics) מתמודדים עם אתגרים ייחודיים בכניסתם לעולם ההוראה, בעיקר עקב המעבר מזהות מקצועית קודמת לזהות של מורים. המחקר הנוכחי מבקש לבחון לעומק את גיבושה של זהות מקצועית של מוסבים להוראה בתחומי המתמטיקה והמדעים באמצעות פיתוח יחידת הוראה בין-תחומית. המחקר מתמקד בבחינת קונפליקטים מרכזיים הצפים בתהליך תכנון לימודים בין-תחומי שיתופי, באופיים ובמשמעותם ביחס לזהות המקצועית המתהווה. אוכלוסיית המחקר כללה שמונה מתכשרים להוראה, מצטיינים בתחומם, אשר השתתפו בתוכנית ייחודית. ניתוח הנתונים חושף נקודות מבט שונות על הנושא הבין-תחומי שפיתחו הסטודנטים תוך כדי למידה. ממצאי המחקר מצביעים על שיח קונפליקטואלי הממוקד בהיבטים רגשיים ואפיסטמיים: הכרעה היררכית, המבטאת מתח בין תחושת מומחיות דיסציפלינרית לבין הצורך באינטגרציה עם תחום נוסף, קונפליקט סובסטנטיבי וקונפליקט השפה. קונפליקטים אלו אתגרו את המשתתפים הן מבחינת תפיסותיהם והן מבחינת הפרקטיקות הפדגוגיות שנגזרו מהן ותרמו לעיצוב ולהרחבת הזהות המקצועית ולפיתוח תחושת המסוגלות להוראה בתחומי ה-STEM.

מבוא

זהותם המקצועית של אנשי הוראה במרחב החינוכי משפיעה על איכותם של תהליכי הוראה ולמידה, לפיכך תחום זה מעסיק את מכשירי המורים (Suarez & McGrath, 2022). זהות מקצועית בהוראה היא מכלול התפיסות, הערכים, האמונות והעמדות של מורה ביחס לעצמו כאיש מקצוע בתחום החינוך, ביחס לתפקיד ההוראה וביחס לתלמידים ולסביבה החינוכית שהוא פועל בה (Beijaard et al., 2023). זהות מקצועית מתפתחת לרוב במרחב שמתקיימים בו שני תהליכים משמעותיים: תהליך אחד כולל שיח על משמעות מקצוע ההוראה, קרי, עיסוק בשאלה "לשם מה?" – שאלה ששורשיה נטועים בחיפוש מתמיד אחר הדרך שתאפשר לפתח חזון אישי שבו המורה הטוב תומך באופן מיטבי בהתפתחותו ההוליסטית של הלומד ובאיכות הישגיו במערכת החינוך. תהליך נוסף כולל את השיח על ה"איך", קרי, כיצד ייעשה התיווך הראוי, הרלוונטי, המותאם בין המורה לתלמידיו. השאלה הראשונה עוסקת בתפיסות ובערכים הנוגעים למקצוע ההוראה, והשאלה השנייה חותרת לעיסוק בפדגוגיה של מקצוע זה (Beijaard et al., 2023). לצורך פיתוח זהות מקצועית להוראה בתהליך של הסבה לקריירה שנייה, המאופיינת בהכשרה מזוהרת, נדרש מרחב המאפשר להבין לעומק מהי למידה אפקטיבית, כיצד היא מתרחשת במציאות חינוכית המשתנה במהירות, וכיצד ניתן לתרגם את הידע המקצועי העשיר של המוסבים מעולמות התוכן המוכרים להם לכדי תיווך משמעותי עבור לומדים צעירים (Kleickmann et al., 2013). בתהליך זה חשוב להיות ערים לכך שמורי קריירה שנייה, אשר החלו את דרכם המקצועית בתחומים אחרים ומבקשים להשתלב במערכת החינוך, מתמודדים לעיתים עם מעבר מזהות מקצועית אחת לאחרת, למשל, מזהות של מתמטיקאי לזהות של מורה למתמטיקה. מעבר כזה עלול להיות מורכב ולהשפיע במישרין על תחושת המסוגלות שלהם (Zuzovsky & Donitsa-Schmidt, 2014).

מחקר זה בוחן כיצד מתכשרים להוראה כקריירה שנייה במתמטיקה ובמדעים מפתחים זהות מקצועית דרך תכנון יחידת הוראה בין-תחומית. ההנחה היא שמומחיותם התוכנית תאפשר להם להתמקד בפדגוגיה ובלמידה בין-תחומית, לגשר בין הידע שלהם בתחום הדיסציפלינה לבין צורכי התלמידים ולטפח חשיבה מסדר גבוה. תהליך זה יכול לתרום לפיתוח זהותם כמורים בהיבטים אישיים, אסטרטגיים ופדגוגיים. זיהוי קשיים, התחבטויות והתמודדות עם אתגרים בתחום זה עשויים לשפוך אור על התהליך שבו רכיבים שונים של זהות מקצועית מתפתחים בתהליך הכשרה בין-תחומית למתכשרים להוראה כקריירה שנייה המומחים בתחומי הידע של מתמטיקה ומדעים.

רציונל תאורטי

זהות מקצועית בפריזמה סוציו-תרבותית

ההגדרה הרווחת של זהות מקצועית של מורים היא מכלול התפיסות, הערכים, האמונות והעמדות של מורה (Beijaard et al., 2004), והיא כוללת רכיבי ידע מגוונים: ידע דיסציפלינרי, פדגוגי, קוריקולרי, ערכים וחזון חינוכי. על פי הפריזמה הסוציו-תרבותית, מושג הזהות המקצועית שזור גם בדיונים רחבים על זהות קולקטיבית. הוא כולל התייחסות לתפיסות של תפקיד המורה ולהתנהגות המצופה ממנו בהקשרים מקצועיים ורב-תחומיים הנוגעים להיבטים פסיכולוגיים, סוציולוגיים, פילוסופיים ואפיסטימולוגיים (Davey, 2013; Murray, 2021). בהתאם לכך, הזהות המקצועית משקפת לא רק את האופן שבו מורים תופסים את תפקידם, אלא גם את הדרך שבה הם ממקמים את עצמם בתוך ההקשר הארגוני, החברתי והתרבותי שהם פועלים בו (Sachs, 2005; Shand, 2023). לאור זאת, הזהות המקצועית היא ישות המשתנה ומתפתחת לאורך מסלול הקריירה, והיא מושפעת גם מיחסים בין-אישיים, מרגשות ומהערכות סובייקטיביות בהקשר של יחסי כוח ואינטראקציות חברתיות.

בשיח על אודות זהות מקצועית יש להבחין בין הגדרות מהותה של הזהות לבין התהליכים המחוללים אותה. בפריזמה סוציו-תרבותית מושג דגש גם על תהליכים של ייצוג חברתי (social representations) שדרכם מתאפשר לפרט לראות את עצמו כמשתייך, מובדל או מתנגד לאחרים, כלומר, השיח עם האחר הוא זירה הכרחית להבניית זהות (Andreouli, 2010; Green et al., 2020). בהקשר של פיתוח מקצועי, הזהות מתעצבת באמצעות תהליכים של שיח, רפלקציה והשתייכות לקהילה חינוכית פעילה (Deniz, 2022; Shand, 2023). תאוריית ה"אני הדיאלוגי" (Dialogical Self Theory - DST) של הרמנס (Hermans, 2016) מתארת כיצד הזהות נבנית ומתפתחת באמצעות שיח על הידע המקצועי עם "אחרים", הכולל גם מצבי קונפליקט ודילמות המחייבים התבוננות, עיבוד והבניה מחודשת של הידע. תפיסה זו של למידה כהבניית זהות מונחת בבסיס המחקר הנוכחי, המבקש לבחון את השיח המתרחש בתהליך פיתוח יחידת הוראה בין-תחומית, ואת האופנים שבהם שיח זה תורם לעיצוב זהותם המקצועית של המתכשרים להוראה.

למידה בין-תחומית

בעידן הנוכחי, המאופיין באתגרים גלובליים מורכבים כגון שינויי אקלים, מגפות וחדשנות טכנולוגית, נדרשת גישה הוליסטית ורחבה יותר להוראה וללמידה. גישה זו מתמקדת בשילוב בין תחומי דעת שונים, פיתוח מיומנויות בין-תחומיות והעצמת הלומדים לפעולה אחראית ומודעת בעולם משתנה (Besigomwe, 2025). שילוב דיסציפלינות שונות מאפשר הבנה מעמיקה יותר של סוגיות מורכבות, שכן המציאות אינה מחולקת באופן מלאכותי לתחומי דעת נפרדים, ולכן למידה מסוג זה היא רלוונטית ומחוברת לחיי היום-יום של הלומדים. שילוב זה מפתח חשיבה ביקורתית, יצירתית ויכולת לפתור בעיות רב-ממדיות (Humes, 2013; Kneen et al., 2020).

להבדיל מלמידה רב-תחומית ולמידה על-תחומית, שבהן ההתבוננות בבעיה או בנושא מתקיימת מכמה תחומי ידע, ללא אינטגרציה ביניהם ובאופן שבו כל תחום שומר על זהותו הנפרדת, הגישה הבין-תחומית דורשת מיומנות של שילוב ושזירה של רעיונות, מושגים ודרכי חשיבה משני תחומי דעת לפחות (קידרון, Helmane & Briška, 2019). הפוטנציאל של הגישה הבין-תחומית טמון בסניטזה של מיומנויות ומושגים המאפשרת ללומדים להשתמש במיומנויות חשיבה גנריות חוצות תחומי דעת כדי לפתור בעיות. סינתזה של מיומנויות ומושגים מאפשרת ללומדים לפתח את הידע שלהם מתוך הקשר המשותף בין מומחים משני תחומי דעת או יותר (Baybayon et al., 2018; Hughes et al., 2022). באופן זה, הגישה הבין-תחומית בונה את הידע הכללי של הלומדים ומטפחת בקרבם חשיבה עצמאית, יצירתית ומערכתית.

למרות כל זאת, תוכניות לימודים בכתי הספר ובהשכלה הגבוהה לא עברו שינוי מעמיק, והן עדיין בנויות על פי דיסציפלינות המנותקות זו מזו (בן-זהב ואח', 2019). הסבר לכך מציעה סקירת ספרות של לשכת המדען הראשי (נוביס-דויטש ואח', 2023) הבוחנת את האתגרים שההוראה הבין-תחומית מתמודדת עימם. ידע תוכן מוגבל של המורים לתחום הדיסציפלינה שהם מומחים בו והיעדר זמן לחשיבה ולבנייה משותפת של הצוותים המקצועיים

מקשים על יישומה של הוראה כזו. זאת ועוד, מיזוג בין תחומי דעת מחייב את המורים להיות בעלי מיומנויות דידקטיות ופדגוגיות יעילות ומשוכללות, ואת התלמידים להיות בעלי יכולת אינטגרציה ברמה גבוהה. אתגרים אלה מציבים שאלות רבות, כגון מהו תפקיד המורה בהוראה כזו ואיזו הכשרה נחוצה לו? כיצד להתמודד עם מגבלת הסדירות והפניות של מורים להוראה מסוג זה בבית הספר? אם מתרחש תהליך כזה, אילו תכנים כדאי למזג? מהי קבוצת הגיל העדיפה ללימוד באופן הזה? כיצד יבוא השילוב לידי ביטוי? האם האדם הממוזג צריך להיות בעל השכלה רחבה ולשלוט בשני תחומי הדעת?

חינוך ל-STEM ולמידה בין-תחומית של המתמטיקה והמדעים

חינוך ל-STEM כולל תהליכי הוראה ולמידה בתחומים אלה בכל שכבות הגיל החל מגן הילדים ועד לימודים להשכלה גבוהה (Gonzalez & Kuenzi, 2012). מטרתו של החינוך ל-STEM הולמות את צורכי הלומד במאה ה-21 ומפתחות את ההבנה של "איך העולם פועל". אחת הגישות להוראת ה-STEM היא הגישה הבין-תחומית, שמטרתה שילוב של אחד מתחומי הדעת בהוראת תחום דעת אחר כדוגמת שילוב המתמטיקה בהוראת המדעים וההנדסה. המטרה בהוראה כזו היא למצוא נקודות השקה בין תחומי הדעת כך שהשילוב לא יהיה מאולץ.

לאורך השנים ייחסו במערכת החינוך חשיבות רבה ללימודי המתמטיקה והמדעים שנתפסו יוקרתיים יותר וככאלה אשר יכינו את התלמיד לחיים בחברה מדעית טכנולוגית (Tytler et al., 2021). הקשר בין המתמטיקה למדעים מתבקש לאור העובדה שהמתמטיקה היא שפה המאפשרת ליצור הכללות בצורה מספרית, גרפית או סמלית, ונוסף על כך היא מאפשרת יצירה של מודלים מדעיים (Chrysostomou, 2004). שילוב מתמטיקה ומדעים יכול לזמן לתלמידים חוויות למידה רלוונטיות, משמעותיות ומעוררות עניין, התורמות לגיבוש עמדות חיוביות כלפי שני התחומים גם יחד (Bakker et al., 2021).

מטא-אנליזה של מחקרים שנעשו בעשור האחרון מעידה על הצלחתן של תוכניות המשלבות מתמטיקה ומדעים מבחינת ההבנה הלימודית, ציוני התלמידים, שביעות רצונם ומעורבותם וכן מבחינת ההתפתחות האישית שלהם ושל מוריהם (נוביס-דויטש ואח', 2023). נמצא למשל כי שילוב זה מספק לתלמידים פעילויות מעשיות מהחיים האמיתיים, המעמיקות את הבנתם של מושגים מתמטיים דרך ניסויים מדעיים (Baybayon et al., 2018). בחינת שילוב של שתי הדיסציפלינות באמצעות תכנוני שיעורים, תצפיות וניתוחן הראתה התפתחות אישית של המורים לאור ההבניה המשותפת של הידע על ידי צוות התכנון. בהקשר האקדמי, שיטת הוראה חדשנית להוראת הבנה משולבת של מתמטיקה ומדעים, המתאימה להשכלה גבוהה, נחקרה באמצעות פיתוח סימולציות אינטראקטיביות שנוסו בקורסי כימיה ופיזיקה לתלמידי שנה א' ומטרתן לסייע להם לשלב חשיבה מתמטית ומדעית. הממצאים מצביעים על כך ששיטה זו תומכת בפיתוח ההבנה המושגית וכן ביכולת ליישם קשרים מתמטיים בתוך תופעות מדעיות (Hughes et al., 2023; Caldara's & Wieman, 2023).

חסמים והשלכותיהם בתהליך עיצוב למידה בין-תחומית של מתמטיקה ומדעים

למרות היתרונות הרבים המדווחים בספרות, זוהו לא מעט חסמים שונים לשילוב בין מתמטיקה ומדעים, ובהם ידע תוכן וידע פדגוגי מוגבלים של מורים בשני תחומי הדעת, וכן הצורך בתמיכה מקצועית בתכנון וביישום של שיעורים משולבים. מחקרים שנערכו בקוריאה, באינדונזיה ובסין בשנים האחרונות (Kartini & Widodo, 2020) מצביעים על מכשולים בקיומה של למידה מסוג זה הכרוכים בשני גורמים מרכזיים: האחד תחושת מסוגלות וידע, והאחר – סדירות ופניות לתהליך. אשר לגורם הראשון, נמצא כי למורים יש כישורים נמוכים ליישם למידת STEM בשל חוסר ידע והבנה, היעדר זמינות של ספרות תומכת ושל הכשרה מתאימה. מורים לרוב מתרגמים את הוראת STEM כאוסף של פעילויות במקום להתייחס אליה כאל גישת למידה הוליסטית המתמקדת בלמידת חקר או למידה מבוססת פרויקטים (Zell, 2019). למידה מסוג זה דורשת מהמורה לשנות את גישתו כלפי מהות ההוראה ולהחליף

את פרקטיקות ההוראה הישירה שלו לטובת פרקטיקות של חשיבה משותפת, שיח והנחיה של הלומדים בתהליך החקר שלהם (Boice et al., 2021). הגורם השני קשור באתגרים משמעותיים במימושה של הלמידה המשולבת, במיוחד בהיבט של פניות וסדירות הבאות לידי ביטוי בהיעדר זמן הכנה ובהיעדר חומרי למידה מעובדים ומתאימים. חסם נוסף הוא יחסי הכוחות בין הדיסציפלינות והתחרות הסמויה ביניהן על יוקרה (Tytler et al., 2023). מרכזיותה של החשיבה המתמטית ברצפי שיעורי STEM משולבים העלתה חששות בקרב קהילת החינוך המתמטי. חששות אלה מתממשים במצבים שבהם המדע מספק את ההקשר והתוכן, בעוד המתמטיקה משמשת בעיקר לפרוצדורות כמו מדידה ואיסוף נתונים. כלומר, התלמידים מתרגלים פרוצדורות מתמטיות, ויש להם הזדמנות מוגבלת לפתח הבנה של מושגים מתמטיים או לפתח מיומנויות פתרון בעיות מתמטיות מורכבות. במקרים אלה, המדע לעיתים קרובות מוביל והמתמטיקה עוקבת; המדע מספק את ההקשר ואת התוכן, והמתמטיקה הופכת לתוספת. מטרות הלמידה במדע הן דומיננטיות גם משום שאת האינטגרציה מנחים מורים למדעים ולא מורים למתמטיקה (Huges et al., 2022). ייתכן שכך קורה גם לנוכח ידע תוכן מוגבל של מורי המתמטיקה בתחום המדעים, שעלול להוביל למצבי קונפליקט (Coleman, 2018), זאת בהמשך לטענתם של הומס (Humes, 2013) ו-וינקס ווריק (Winks & Warwick, 2021), כי אדם הממזג בין שני תחומי דעת חייב להיות בעל השכלה רחבה ולשלוט בשניהם באופן מוחלט.

העיסוק בקשיים בכלל בהוראה בין-תחומית ובעיקר ההתמודדות עם קונפליקטים מסוגים שונים בשילוב של מתמטיקה ומדעים הוא צורך משלים לחזוקות המדווחות בספרות. מצבי קונפליקט בהוראה ובלמידה נתפסים כבעלי חשיבות בהכשרת מורים בשל התהליכים הקונסטרוקטיביסטיים שהם מזמנים (Hayes et al., 2017). כחלק מתהליך של שינוי זהות מקצועית – מזהות המדען או המתמטיקאי במחקר זה לזהות של מכשיר להוראה – המוסבים להוראת המתמטיקה והמדעים מתמודדים עם אתגר נוסף והוא הצורך לאמץ חשיבה מתווכת באמצעות שיח על שתי דיסציפלינות. מפגש כזה בין סוגי שיח שונים דורש מהם להרחיב את דרכי השיח שלהם כדי להגיע למצב של אינטרסובייקטיביות ולפתח יחידה בין-תחומית קוהרנטית (Sfard, 2019). מצב זה עלול להוביל גם לקונפליקטים אפיסטמיים בעקבות התנגשות או אי-התאמה בין גישות שונות להבניית ידע ובין תפיסות באשר למהו ידע דיסציפלינרי ככל אחד מתחומי הדעת (Chesky & Wolfmeyer, 2015). שוואב (Schwab, 1978) הבחין בין ידע סובסטנטיבי (substantive structure) לבין ידע סינטקטי (syntactic structure) של הדיסציפלינה. הידע הסוסטנטיבי מתייחס לעובדות, למושגים ולעקרונות בסיסיים של הדיסציפלינה, בעוד שהידע הסינטקטי מתייחס לדרכי ההוכחה, להצדקות ולשיטות שבאמצעותן ידע זה נבנה ומקבל תוקף. בתהליך של פיתוח משותף יש חשיבות רבה של הבנת שני הממדים הללו, שכן הם מסייעים למורים להבין לא רק את התוכן המתמטי או המדעי, אלא גם את הדרכים שבהן התוכן הזה נבנה ומאורגן (Scheiner, 2015). במצבים כאלה יש חשיבות לתהליכים של רפלקציה אפיסטמית ופדגוגית כחלק מביסוס הידע המקצועי של המורים וכחלק מביסוסה של זהות מקצועית עמוקה (Hofer, 2017; Philpott & Ilieva, 2024). קונפליקטים אלה משמשים במחקר הנוכחי כהנחת יסוד לשיפור פרקטיקות של מתכשרים להוראה, מכיוון שהם מקדמים תהליכים של יצירת ידע חדש בחינוך ומעשירים את רפרטואר היכולות והרגלי החשיבה המקושרים לאפיסטמולוגיות או לזוויות שונות בחשיבה על מהות הידע המתמטי והמדעי.

הקשר המחקר

המחקר נערך במסגרת קורס שנתי בעקרונות מדעי הלמידה, בשיטת למידה מבוססת אתגר (challenge based learning), במטרה לחשוף את המתכשרים להוראה כקריירה שנייה לחוויית הוראה אותנטית ורב-ממדית – הבניית ידע, שיח שיתופי ורפלקציה (Leijon et al., 2022). הקורס עודד חשיבה מסדר גבוה ויישום עקרונות תאורטיים בפיתוח יחידת הוראה בין-תחומית במתמטיקה ובמדעים. כך נוצרה סביבה שבה זהותם המקצועית של המתכשרים עומדת במבחן דרך קונפליקטים, אתגרים אינטלקטואליים ותהליכי גיבוש אישי. לפיכך שאלת המחקר היא, כיצד מתגבשת זהותם המקצועית של המתכשרים להוראה בסביבה זו? אילו קונפליקטים באים לביטוי בפיתוח יחידת הוראה בין-תחומית במתמטיקה ובמדעים? מהו אופיים של הקונפליקטים ומהי משמעותם בהבניית הזהות המתגבשת של משתתפי המחקר?

מתודולוגיה

שיטת המחקר היא איכותנית-פרשנית (Creswell & Poth, 2016), והמתודה היא חקר מקרה המאפשר לבחון באופן מעמיק תופעה מורכבת והוליסטית בהקשר ממוקד (יוסיפון, 2016). חקר מקרה מתאפיין בהתמקדות באירוע, בקבוצה או בתופעה ספציפית תוך כדי התבוננות מעמיקה ואיסוף נתונים ממגוון מקורות. הוא מאפשר הבנה של מורכבות המקרה הנחקר ומתמקד בממדים רבים של ההקשר (Yin, 2014). במחקר גישוש זה, חקר המקרה מתאים במיוחד כיוון שהמטרה היא לבחון תהליכים קבוצתיים ומקצועיים המתרחשים במסגרת ספציפית. ההקשר הקבוצתי, המשימה החינוכית הספציפית והמטרות הפדגוגיות כיוונו למתודולוגיה האיכותנית ולגישת חקר מקרה. מיצוב החוקר כחלק מההקשר הכולל במחקר והיותו אחד מכלי המחקר המרכזיים הולמים אף הם את מערך המחקר הנוכחי שבו החוקרות מבקשות להבין את העולם המורכב של המתכשרים להוראה מתוך תובנה אמפתית לצד התבוננות ביקורתית ולא שיפוטית ומתוך מודעות להשקפות ולתפיסות אישיות (יוסיפון, 2016). נוסף על כך, הגישה הפרשנית מאפשרת להבין את הפרספקטיבות השונות של המשתתפים ואת הדרכים שבהן הם מבנים את זהותם המקצועית.

משתתפי המחקר הם שמונה מתכשרים להוראה כקריירה שנייה, מצטיינים בתחומם, אשר הוכשרו במסגרת תוכנית "דלתא" המקדמת הכשרה של מומחים בתחומי המתמטיקה והמדעים להוראה בבית הספר העל יסודי. מהם, שבעה גברים ואישה אחת, כולם בני 35-50, בעלי תואר ראשון בתחומי המתמטיקה, הנדסה, מחשבים, ביולוגיה ופיזיקה. השמונה חולקו לשני צוותים על פי תחום ההתמחות וכונו צוות המדעים וצוות המתמטיקה. שמותיהם יסומנו באותיות על מנת לשמור על אנונימיות.

הקבוצה הגדולה, הכוללת את שני הצוותים, פעלה יחד על פיתוח יחידת הוראה בין-תחומית, תוך שילוב ידע מתמטי ומדעי, כחלק מתהליך הכשרה מקצועית. הבחירה במשתתפים אלה נבעה מהרצון להבין כיצד מתמחים בתחומים שונים משתפים פעולה, לומדים זה מזה ותורמים לעיצוב זהותם המקצועית.

איסוף הנתונים

איסוף הנתונים נערך לאורך שנת הלימודים תוך שימוש בשלושה מקורות עיקריים: מסמכים, ראיונות קבוצתיים ורשימות שדה.

מסמכים

המסמכים שנאספו כללו את כל שלבי העבודה של קבוצת המשתתפים: טיוטות ראשוניות, גרסאות ביניים, התכתבויות ותוצרים סופיים של יחידת ההוראה שהם פיתחו. מסמכים אלה תיעדו את תהליך החשיבה, ההיוועצות והשינויים שהתרחשו לאורך זמן, והיוו מקור מהותי להבנת הדינמיקה הקבוצתית והתרומה האישית של כל משתתף.

ראיונות קבוצתיים (דיונים מונחים)

הראיונות התקיימו במתכונת של קבוצת מיקוד מונחית (focus group) שבה שימשה הכותבת הראשונה כמנחה. במהלך המפגשים עודדו המשתתפים לשתף בתחושותיהם, בקשיים שחוו, בדילמות ובהבנות שהתפתחו במהלך העבודה השיתופית. המנחה אתגרה את השיח ועודדה את הצוותים להסביר, לנמק ולשכנע זה את זה במקרים של אי-הסכמות כדי לקבל החלטה משותפת המקובלת על כולם. שלושה ראיונות הוקלטו ותומללו במלואם מילה במילה והיוו מקור עשיר לרפלקציה פרשנית. ההקלטות נערכו בשלוש נקודות זמן: בשלב בחירת נושא האתגר, בשלב התכנון הראשוני של רציונל הפיתוח, ובשלב המסכם בסוף התהליך. התמלולים שימשו את החוקרות לניתוח מעמיק של האמירות, של אופן ההתבטאות ושל האינטראקציות בין המשתתפים.

רשימות שדה

רשימות שדה נכתבו בשיטתיות על ידי מנחת הקורס – שהיא גם אחת החוקרות – לאורך השנה. הרשימות כללו תיעוד של התרחשויות בכיתה, רפלקציות, לבטים של החוקרות, תובנות שהתעוררו בזמן אמת, וכן ויניטות נרטיביות קצרות של סיטואציות מייצגות. רשימות אלה שימשו לשילוב בין זווית ההתבוננות האקדמית לזו החווייתית.

תהליך הניתוח

הנתונים נותחו בגישה אינדוקטיבית תוך זיהוי תמות ודפוסים חוזרים, ללא הנחת תבניות מוקדמות (Braun, & Clarke, 2022). תהליך הניתוח כלל את השלבים האלה:
קריאה פתוחה. קריאה ראשונית של כל המסמכים, תמלילי הראיונות ורשימות השדה לשם התרשמות ראשונית וזיהוי רעיונות חוזרים.
קידוד ראשוני. זיהוי קטעים משמעותיים בטקסטים, תיוגם ותיעוד מחשבות ראשוניות של החוקרות. זיהוי תמות. איגוד הקטעים המשמעותיים לארבע תמות מרכזיות: הכרעה היררכית בין תחומי הדעת; תחושת מסוגלות; קונפליקט בהבנת חיבורים בתוך מבני העומק של תחומי הדעת (סובסטנטיבי); וקונפליקט השפה (סמנטי). מיון לקטגוריות תאורטיות. שיוך התמות לשתי קטגוריות המבוססות על ספרות מחקרית בתחום זהות מקצועית, תכנון לימודים ופדגוגיה ביקורתית: היבטים רגשיים והיבטים אפיסטמיים.
חזרה לנתונים. אימות הפרשנות באמצעות קריאה חוזרת של הנתונים, חיפוש קטעים סותרים או מחזקים והעמקת ההבנה דרך דוגמאות נוספות.

טבלה 1 מדגימה את הקידוד באמצעות המעבר מטקסט לתמה ולקטגוריה.

טבלה 1: סכמת קידוד

קטגוריה מספר 2 היבטים אפיסטמיים		קטגוריה מספר 1 היבטים רגשיים		טקסט	כלי מחקר
תמה 4: קונפליקט השפה	תמה 3: קונפליקט סובסטנטיבי	תמה 2: תחושת מסוגלות	תמה 1: הכרעה היררכית		
		X	X	"מה אנחנו מרוויחים ומה אנחנו מפסידים בהקשר של הוראת מתמטיקה אם נלך על הנושא של צוות המדעים?"	רישומי שדה
		X	X	"ניתן לראות כי כל תחום דעת ראה עצמו במרכז וניסה לגייס את התחום השני".	רישומי שדה
	X			"יחס שטח פנים לנפח ניתן להסבר בנוסחאות מתמטיות. על אף שמדובר בנושא אשר מומחש יותר טוב בחיי היום-יום סביבנו מאשר בהגדרה יבשה..."	טיוטה ראשונית
X				"בשפה העברית אין מונח שונה לכל אחד מסוגי היחס, והם כמו מושגים שונים במתמטיקה".	טיוטה מתקדמת

מהימנות המחקר

בהתאם לעקרונות המחקר האיכותני (Nowell, 2017) ננקטו מספר אמצעים לשם הבטחת אמינות (credibility), העברה, (transferability) תלותיות (dependability) ואימות (confirmability):

תמלול מלא של הראיונות: התמלול אפשר קריאה מדויקת של דברי המשתתפים וניתוח נאמן למקור. **תיעוד שיטתי של תהליכי קידוד וניתוח:** תיעוד התהליכים נשמר לאורך זמן, כולל יומני ניתוח והערות שולי טקסט. **משוב משתתפים:** (member check) תמות ראשוניות וממצאים מרכזיים הוצגו למשתתפים (בסיום הקורס ולאחר הסרת ההיררכיה), והם אישרו או העמיקו את הפרשנויות שהוצגו. **שילוב מקורות נתונים (triangulation):** שילוב בין שלושה מקורות נתונים אפשר את חיזוק הממצאים ואת הצלבת המידע בין תיעוד כתוב, פרשנות מילולית ורפלקציה של חוקרת-משתתפת. **שקיפות של החוקרת:** מעמדה הכפול של החוקרת כמנחה וכחוקרת נבחן באופן רפלקטיבי לאורך המחקר, תוך הכרה במגבלותיו ובתרומותיו.

המחקר אושר על ידי ועדת האתיקה של המוסד האקדמי (אישור מספר 2023122001), וכל המשתתפים חתמו על הסכמה מדעת לאחר סיום קשרי ההוראה הפורמליים בהתאם לעקרונות של אתיקה מחקרית ושוויוניות בין החוקרות למשתתפים ("אתיקה של ברית").

ממצאים

ניתוח הנתונים העלה שהשיח בקבוצה היה קונפליקטואלי באופיו, כלומר התמקד בהתנגשויות ערכיות ולא רק באתגרים "טכניים" – הכרעה בתחום אחד באה על חשבון תחום אחר. השאלות, ההתלבטויות וההיסוסים שחברי הקבוצה הביעו הדגישו את מורכבות התהליך ואת היותו קונפליקט ולא רק קושי פתוי. מהשיח הזה עלו ארבע תמות מרכזיות: (א) הכרעה היררכית (הזדהות דיסציפלינרית והשתוקקות להובלה); (ב) תחושת מסוגלות (התלבטות, ספקות והתחזקות לאורך הדרך) – שתי התמות האלה מאוגדות יחד להיבטים הרגשיים; (ג) קונפליקט סובסטנטיבי (הבנת מבני העומק של התחומים); ו- (ד) קונפליקט השפה (הבדלים בין הסימבולי לסמנטי) – תמות המאוגדות להיבטים האפיסטמיים. קונפליקטים אלה אתגרו את המשתתפים הן מבחינת תפיסותיהם והן מבחינת הפרקטיקות הפדגוגיות שנגזרו מהן. פרק הממצאים בנוי כך שהוא מתאר את הופעת התמות שבהן התרחשו הקונפליקטים לאורך ציר הזמן, ומסתיים בתמה של תחושת המסוגלות המתפתחת לאורך התהליך. מיקומה של תמה זו בסוף הפרק מאפשר מבט כולל ושלם על התהליך כולו.

הכרעה היררכית בין דיסציפלינות

כאמור, להבדיל מרב-תחומיות שפירושה שילוב בין כמה תחומי ידע, ללא אינטגרציה ביניהם באופן שכל תחום שומר על זהותו הנפרדת, פיתוח יחידה בין-תחומית דורש מיומנות של שילוב ושזירה של רעיונות ודרכי חשיבה (קידרון, 2019). לצורך כך נתבקשו צוותי המדעים והמתמטיקה לבחור נושא-על המצרף אינטגרציה של ידע מתמטי ומדעי. במוקד אתגר זה עמדה השאלה מהו מקומו של כל תחום תוכן בתוך יחידת הלימוד ומהו התחום המוביל. אתגר זה עלה כבר בשלב הראשון שבו היו הצוותים אמורים לחשוב על נושא משותף לתכנון ולפיתוח, אשר ישלב בין ידע מתמטי לידע מדעי. כל צוות הציע נושא. נושא העל שבחר צוות המתמטיקה הוצע על ידי א' בדיון קבוצתי עם המנחה, והוא חוקיות מתוך "צורך של שימוש בדוגמאות מתוך תצפיות בטבע לטובת הבנה טובה יותר של סדרות הבאות לידי ביטוי בטבע כמו למשל, סדרת פיבונאצ'י". ח' מצוות המתמטיקה הוסיף:

בסדרת פיבונאצ'י, כל מספר ברצף המתמטי שווה לסכום של שני המספרים הקודמים לו. שני המספרים הראשונים בסדרה הם 1, השלישי הוא 2 (כלומר 1+1), אחריו 3 (כלומר 2+1), ואז 5, 8, 13, 21 וכן הלאה. מספרי פיבונאצ'י מסתתרים בכל מקום בטבע. בצמחים רבים מספר עלי הכותרת הוא מספר פיבונאצ'י; הקשקשים באצטרובלי עץ האורן מסודרים על פי מספרי פיבונאצ'י וכך גם הגרעינים בפרח החמנייה.

מתוך רשימות השדה של החוקרת ניתן היה להבין כי "באופן הזה ראה צוות המתמטיקה את החיבור למקצוע המדעים". לעומתם, כ' מצוות המדעים, ביקש "לגייס את המתמטיקה לטובת הבנה של מושגים כמו יחס בין שטח פנים לנפח כדי לשלוט בחישובים ולאפשר לתלמידים להתמקד בעיקרון המדעי של הקשר בין שני הגורמים הללו". בתשובה לבקשת המנחה להסביר "מדוע דווקא נושא זה?", ק', אף הוא מצוות המדעים, הוסיף את הטיעון הבא: "זהו אחד הרעיונות הגדולים בתחום הדעת בביולוגיה וניתן לראות את היישום שלו בכל מערכות הטבע. רעיון זה מערב בתוכו ידע מתמטי, אותו תלמידים רבים מתקשים להבין, במיוחד כאשר הוא נלמד באופן טכני". פ', מצוות המדעים הוסיף:

עיקרון זה בא לידי ביטוי במסגרת נושאים שונים בביולוגיה: אקולוגיה, מערכות בגוף האדם, ביולוגיה של התא ועוד. גודל גוף וצורת הגוף משפיעים על היחס בין שטח פנים לנפח. אם ניקח לדוגמה קובייה, ככל שגוף גדל היחס בין שטח הפנים לנפח שלו קטן ולהיפך וככל שהגוף משנה את צורתו, למשל באמצעות יצירת בליטות הוא מגדיל את שטח הפנים לעומת הנפח והיחס יעלה. העיקרון הזה בא לידי ביטוי בצינור הקיבה, בריאות ובעוד מערכות.

כבר בשלב ראשוני זה מרישומי השדה של המנחה עולה, כנאמר מפי חבר צוות:

ניתן לראות כי כל תחום דעת ראה עצמו במרכז וניסה לגייס את התחום השני כדי לקדם: הבנה של חשיבות המתמטיקה והמחשה של ידע מופשט באמצעות דוגמאות קונקרטיות סביבנו בטבע, במקרה של המתמטיקה, ושליטה בפרוצדורה החישובית של יחס בין שטח פנים לנפח כדי להתמקד בהבנה מושגית של העיקרון המדעי במקרה של המדעים.

בריאולוג שנוצר בין שני הצוותים באתגור המנחה הם נתבקשו לחשוב: "לשם מה מפתחים את היחידה הזו?"; "מה חשוב לכם מלכתחילה?"; "עליכם לשכנע האחד את השני ולהגיע להסכמות". נ' מצוות המתמטיקה טען "הנושא המתמטי [שהציע צוות המדעים] פשוט מדי, שכן ההגדרה של שטח פנים ונפח נלמדת כבר בבית הספר היסודי ואין כאן למעשה איזה אתגר מתמטי. הנושא מצומצם וטכני הדרוש שימוש בהגדרה המתמטית ותרגול". ב' מצוות המדעים ענה כאשר הוא מדגיש את הרלוונטיות של הנושא המדעי ומציע תובנות מהניסיון שלו בכיתת ההתנסות: "הסיפורים המדעיים בנושא זה מאוד עשירים ומעניינים, ותלמידים רבים טועים באופן אינטואיטיבי וכאן המתמטיקה באה ככלי לבדיקה של השגיאות שלהם". כ' מצוות המדעים שלל באופן מוחלט את הנושא המתמטי שהציע הצוות המתמטי בטענה ש"אין בו מספיק למידה מדעית אלא ייצוג בטבע לסדרה ידועה ומוכרת".

בשלב זה עולה מתוך רשימות השדה מבוכה רבה בעיקר בקרב הצוות המתמטי, שהיה מאוד אסרטיבי והתלבט לגבי "מה אנחנו מרוויחים ומה אנחנו מפסידים בהקשר של הוראת מתמטיקה אם נלך על הנושא של צוות המדעים?" שאלות נוספות שהעסיקו אותם היו: "איך יצליחו לשמור על העומק המתמטי אל מול המדע שמביא הקשר רלוונטי ומשמעותי? כמה יצטרכו לפשט עבורם את עניין חישובי היחס? וכמה זה יאפשר להם לייצר הבנה מושגית עמוקה של המושג יחס?" בסופו של דבר, ח' מהצוות המתמטי שכנע את הצוות שלו בעיקר באמצעות האמירה של ב' מצוות המדעים על "שימוש במתמטיקה ככלי לבדיקה של שגיאות אינטואיטיביות", ואף הוסיף כי "מהותה של המתמטיקה לאפשר ליצור תחזיות והכללות". ח' הצדיק זאת כך: "למדנו שידע מתמטי אשר נלמד בהקשר רלוונטי הופך להיות משמעותי יותר. הנושא שהם [צוות המדעים] הציעו מהווה הקשר טוב ליישום מיומנויות מתמטיות והבנה של משמעות המושגים יחס, שטח פנים ונפח והקשר ביניהם במצבים שונים".

בסיום השיח על בחירת נושא העל הוסכמה בין הצדדים מטרת העל של היחידה וזו נוסחה בטיטה המשותפת הראשונה של התכנון כך: "להתנסות ולחקור באופן עצמאי את הנושא בהקשרים שונים, לנתח ולהסביר תרחישים בעזרת העיקרון [יחס בין שטח פנים לנפח], ולבסוף להיות מסוגלים ליישם את העיקרון בהקשרים חדשים". הניסוח העמום, להגדרתה של המנחה, יכול לחזק את הטענה של מבוכה בקרב שני הצדדים אשר העדיפו בשלב זה לנסח מטרה כללית מאוד ופתוחה כדי לאפשר להם לבחון לעומק את המשמעויות של כל אחד מהתחומים וללמוד היטב את הנושא מתוך תוכניות הלימודים. ניתן לראות כי בעבודה המסכמת בסוף התהליך ניסחו שני הצוותים את המטרה המשותפת באופן מדויק ורחב כך שהיא מסבירה את תחומי הממשק בין שני התחומים:

הנושא משלב ידע מדעי המתאר את הקשר בין מבנה גוף לתפקודו, ובאופן ספציפי יותר, ככל שגוף קטן יותר היחס בין שטח הפנים שלו לנפח גדול יותר ועקב כך קצב פליטת החומרים לסביבה או קליטתם מהסביבה יהיו גדולים יותר. זאת ועוד, מה שמשפיע על שינוי היחס בין שטח הפנים לנפח הוא צורת הגוף, משמע שבגוף בעל צורה שטוחה או בעל בליטות, היחס בין שטח הפנים לנפח גדול יותר מאשר בגוף כדורי בעל אותו נפח.

האופן שבו התקבלה ההחלטה מצביע על תנועה בין תפיסה היררכית אל מול תפיסה משלבת. ההובלה של צוות המדעים מצביעה לכאורה על תפיסה היררכית, שעל פיה האירוע המדעי הוא הסיפור המרכזי והמתמטיקה היא כלי חישובי. עם זאת, אי-ההסכמות וההצדקות שנתן צוות המתמטיקה והמדעים מצביעות דווקא על גישה משלבת, שעל פיה המתמטיקה לא נועדה רק לחישובים באופן טכני אלא היא שפה שבאמצעותה ניתן ליצור תחזיות מדעיות ולבחון טיעונים באופן דדוקטיבי בהקשרים משמעותיים.

הקונפליקט הסובסטנטיבי – הבנת מבני עומק בתחומי דעת

קונפליקטים סובסטנטיביים מתייחסים לתפיסות שחשפו המשתתפים ביחס למבני המשמעות הגדולים של תחומי הדעת השונים – מתמטיקה, מדעים ופדגוגיה. במהלך הבא, לאחר בחירת הנושא והמטרה הגדולה, התקיים דיון בין שני הצוותים שמטרתו לתרגם את הנושא הגדול למהלכי הוראה (פדגוגיה), כלומר, פירוט התכנים ומערכי שיעור. השאלה הראשונה שהציבה המנחה ואתגרה את הצוותים הייתה: "כיצד לשלב את המושגים המתמטיים המרכזיים בסיפור המדעי?" מרשימות השרדה ניתן היה להבין ש"בשלב זה השיח עבר לכיוון של הכרעות בין ערכים מתנגשים. נוצר פער בין התפיסה ההצהרתית במטרות המשותפות לבין היישום בפועל בתרגום לפרקטיקה, קרי המעבר לפדגוגיה". מהר מאוד הייתה נסיגה למוכר והידוע אצל כל אחד מהצוותים. הקטעים הבאים ממחישים תפיסות אפיסטמיות כפי שנכתבו באחת הטיטות השיתופיות של התכנון המתקדם. תפיסת צוות המתמטיקה נוסחה כך:

טרם נוכל ליצור הבניה הדרגתית של הנושא יחס בין שטח פנים לנפח באופן קונסטרוקטיביסטי, עלינו ראשית להעביר את התוכן לפי הגדרתו. יחס שטח פנים לנפח ניתן להסבר בנוסחאות מתמטיות. על אף שמדובר בנושא אשר מומחש יותר טוב בחיי היום-יום סביבנו מאשר בהגדרה יבשה, התלמידים ראשית ידרשו ללמוד את השפה המתמטית.

צוות המדעים הסכים על הצורך להתחיל עם הגדרה פורמלית:

לאחר שנלמדה השפה המתמטית, ניתן להמחיש את המושג יחס בין שטח פנים לנפח באמצעות דוגמאות וניסויים. מטבע הדברים ומעצם מורכבותו, ביולוגיה הינו תחום אמפירי בעיקרו, כלומר – אנו יכולים לחזק או להחליש את השערותינו באמצעות ניסוי. מטרתו של חלק זה הינה כפולה – חיזוק הבסיס ההבנתי של מהו יחס שטח פנים לנפח, וחשיבה ניסויית כיצד ניתן לבחון את השפעתו של יחס שטח פנים לנפח. זוהי למעשה הקניית ידע בדרך דדוקטיבית.

בתפיסות הללו יש מן הדומה ומן השונה. התפיסות הפדגוגיות שנכתבו בטיטה המתקדמת חשפו תפיסות ליניאריות של הלמידה, אשר נוטות לכיוונים יותר ביהביוריסטיים בהוראה. אומנם יש ניסיון ליצור זיקות וקשרים בין הנלמד לבין חיי היום-יום, אבל מדובר ברלוונטיות חלשה מעט. למעשה, במעבר לתרגום הרעיון לפרקטיקות פדגוגיות שמטרתן לתווך את הידע המתמטי או המדעי לתלמידים, התפיסות של שני הצוותים אוזרות בטענה שהמתמטיקה דווקא צריכה להוביל ולהילמד קודם לכן, זאת מתוך הנחה שיש לבסס את המושגים המתמטיים לפני שיוצאים לדרך עם התוכן המדעי. תפיסה זו לא רק שאינה קונסטרוקטיביסטית, אלא היא סותרת את עקרון הבין-תחומיות וחושפת סגנון הוראה מסורתי מבוסס הקניה ותרגול.

ניתן לראות כי ההבדלים בין הניסוחים במעבר לפרקטיקה מעלים את הפערים בין התפיסות האפיסטמיות של כל אחד מתחומי הדעת על מהו ידע מדעי או מתמטי. התפיסה האפיסטמית של צוות המתמטיקה קשורה בכך שמשמעות מושגים כמתמטיקה נעוצה בהגדרות, בשימוש בשפה מתמטית ובאימון של פרטיקות, במקרה זה, שימוש

בנוסחאות ויישומן. לכן, הצוות המתמטי התמקד במושגים המפורשים ובחישובם מבלי להתייחס גם לצורך בזיהוי כיצד שינויים בקנה מידה, פרופורציה או כמות משפיעים על מבנה המערכת או על ביצועיה, כפי שהכריז מלכתחילה – למידה של המושגים בהקשר רלוונטי. התפיסה האפיסטמית של הצוות המדעי מתבטאת בכך שמושג מדעי נלמד באמצעות השערות ובחינתן באמצעות ניסוי. גישה זו נתפסת כחקרנית יותר בהשוואה לתפיסה כלפי המתמטיקה. נדמה שהאמירה של צוות המדעים מניחה בצד את המתמטיקה כתנאי מעבר לתוכן המדעי שהוא לב הפעילות. בשלב זה המנחה כתבה כך:

בהתייחסות הרגשית הצוות המתמטי חווה ערעור או תסכול ואולי המשימה שדרשתי מהם גדולה מדי. הרי עיצוב בין-תחומי הוא מאתגר גם למורים בפועל. אני חוששת ששני הצוותים חשים צורך להגן על האזורים הבטוחים שלהם והם לא מצליחים לראות את משמעות החיבור הבין-תחומי אלא נשארים בהבנה שמדובר בהוראה של תחום דעת אחד לצד האחר. אני צריכה לגרום להם לראות את השילוב המתבקש.

כדיון לאחר קריאת הטיוטות היא ביקשה לשים על השולחן את השאלה האפיסטמית המהותית: מהו ידע בכל אחד מתחומי הדעת? מהו ידע משמעותי ומהו ידע מושגי וכיצד ניתן לתת מקום למתמטיקה לעסוק בהבניה משמעותית של מושג היחס באמצעות הסיפור המדעי ולא רק להישאר בבחינת ההגדרות? לצורך כך היא ביקשה מכל אחד מהצוותים לפנות לספרות מחקרית העוסקת בהוראת המושגים הללו ולבחון "מה נדרש מתלמידים להבין באופן מושגי בהיבט המתמטי ובהיבט המדעי? מהם הקשיים הצפויים? ומה יש לספרות לומר על דרכי התמודדות עימם?" רישומיה של המנחה מעלים כי "ההפניה להעמקה בידע הפרדגוגי של כל אחד מתחומי הדעת יכולה לסייע להם להבין היכן החיבורים המתבקשים בין שני תחומי הדעת ואולי כך יתקדמו בפיתוח המשותף". בקשה זו של המנחה הזיזה את שני הצוותים מאזור הנוחות שלהם לתחום שבו תחושת המסוגלות שלהם נמוכה יותר – ההיבט האפיסטמי-פרדגוגי – כך התאפשרה חשיבה מחודשת על התכנים. הצוות המתמטי כתב כך:

לאחר קריאה של פרוידנטל (Freudenthal, 1986) נמצא כי קיימים שני שימושים ליחסים: יחס במונח של RATE ויחס במונח של RATIO. על פי השימוש הראשון קיימות השוואות בין גדלים או כמויות בעלי כינויים שונים. זהו יחס בין שני גדלים או כמויות, הנוצר בדרך כלל מקשר כפלי המתאר תופעות פיזיקליות הקיימות בטבע. יחס מסוג זה יוצר מושג חדש – בעל ישות עצמית ובדרך כלל המושג החדש לא נקרא יחס אלא הספק/קצב או צפיפות. בשפה העברית אין מונח שונה לכל אחד מסוגי היחס, והם כמו מושגים שונים במתמטיקה.

בהמשך לקריאה של פרוידנטל חזר צוות המתמטיקה לתוכניות הלימודים ובטיטה המתקדמת כתב כך:

מושג היחס בבית הספר היסודי ובחטיבת הביניים מתמקד במונח של RATIO, כלומר, כמנת חילוק בין שני מספרים המבטאים יחידות מידה שוות. המושג מודגם בתוכנית הלימודים באמצעות קנה מידה, למשל, שהוא היחס בין יחידת אורך במפה לאורך היחידה במציאות. דוגמאות נוספות באות לידי ביטוי בשאלות מילוליות הדורשות את חישובי היחס בין מספר הבנים למספר הבנות בכיתה, היחס בין מספר הגולים במשחק כדורגל בין שתי קבוצות ועוד. לעומת זאת, בהקשר המדעי, היחס מתאר תופעה המכילה קשר בין שתי יחידות מידה שונות: יחידות שטח ויחידות נפח. הדוגמאות מתוכנית הלימודים עוסקות במצבים הקורים במציאות כמו מהירות המתארת את היחס בין המרחק שעוברת מכונית לבין הזמן שנסעה, או צריכת דלק הנמדדת על ידי היחס בין מספר הליטרים שמכונת צרכה לבין מספר הקילומטרים שעברה (ליטר/ק"מ). מושג היחס במדעים מתאר מושג דינמי ופונקציונלי אשר דומה במשמעות למונח של RATE, כלומר, צפיפות – גוף שמשנה צורתו ומתרחב ומושפע מהקשר שלו עם הסביבה.

משימה זו העמיקה את הידע של הצוותים על אודות היבטים שונים של מושג היחס אך הולידה קונפליקט חדש והוא קונפליקט השפה.

קונפליקט השפה – בין הסימבולי לסמנטי

נוסף על הפער בין התפיסות האפיסטמיות הנוגעות במבני המשמעות – המבנים הסובסטנטיביים – של תחומי הדעת, עלה קושי נוסף והוא נוגע יותר בהיבטים הישומיים בסניקט של התחום הבא לביטוי גם באופי השימוש בשפה. בחקר המקרה הנוכחי היה לכך ביטוי בשימוש במונח "יחס" במובנים שונים. בשלב זה הגיע השיח למבוי סתום, שכן השימוש באותה שפה מבחינה סמנטית, אבל במובנים שונים מבחינת הסימבוליקה של המושג "יחס" בתחומי הדעת השונים, יצר מבוכה תפיסתית ואי-יכולת להכריע לטובת תרגום הידע לפרקטיקות פדגוגיות מתאימות. צוות המתמטיקה תחילה 'הרים ידיים' וכפי שטען ח': "הנושא חורג מתוכנית הלימודים ולא בטוח שמתאים". המנחה ששיקפה לצוותים את הפערים ביקשה לנסות ולפצח את אתגר השפה. במהלך ניתוח הבעיה טענה ו', כי "כל הדוגמאות בתוכנית הלימודים במתמטיקה למעשה עוסקות במושג יחס בהקשר של RATIO ולא RATE. כלומר: ההשוואה נעשית בין כמויות בעלות אותו כינוי. במקרה זה היחס חסר כינוי ומוצג באמצעות פעולת החילוק או כשבר". פ' מצוות המדעים הוסיף: "ההיבטים של RATE דרושים להבנה מושגית עמוקה, כאלה המציגים התייחסות לגדלים פיזיקליים, לעיבוד נתונים בתהליכי חקר מדעי, לתכנון מודלים בתהליכי פתרון בעיות ועוד". הבנה זו הובילה אותם לחשוב מעבר לתוכנית הלימודים, כפי שנכתב בטיוטה המסכמת, וכן:

לעבות את החלק הראשון בתכנון ההוראה בהוראת המושגים של יחס בין שטח פנים לנפח, תוך שימוש במשמעויות השונות [RATE ו-RATIO] ולהיעזר תחילה בקוביות ותיבות, אמצעי המחשה מתמטיים מקובלים יותר, ולאחר מכן לעבור לדוגמאות מתחום המדעים למשל בצק/ מזון, איברים בגוף אצל בעלי חיים ובני אדם ועוד.

עוד ציינו בתכנון כי "יש להזכיר כל הזמן בצורה מפורשת את ההבדל בשימושים השונים של המילה יחס ולהדגיש את המשמעות של צפיפות (RATE) לצד השימוש במונח יחס ביישום המדעי". המניע לגישור על הפער הזה היה לסייע גם לתלמידים להבין את שתי נקודות המבט הללו, והעדויות מצביעות על כך שהם החליטו לעדן את המעבר ביניהם ולהציג קודם כול מצבים של היחס תוך שימוש ביחידות מידה שוות מהתחום המדעי ולאחר מכן להציג במפורש מצבים שבהם מתקיים היחס בין מידות שונות. הפתרון לקונפליקט שהציע צוות המתמטיקה היה שימוש בייצוגים מתמטיים מוחשיים דוגמת קוביות ותיבות על מנת ללמד משמעויות נוספות של מושג היחס לצד הוראה מפורשת של שני ההיבטים וכדי לסייע ללומדים להרחיב את דימוי המושג "יחס" בצורה מפורשת. הישג זה מעיד על התפתחות של יכולת פדגוגית בין-תחומית, שכן לא יהיה עיסוק טכני תוך שימוש בהגדרות ובנוסחאות המקובלות כפי שצוין קודם לכן, אלא ייעשה מעבר עדין תוך שימוש באמצעי המחשה מוכרים לתלמידים בין המשמעות המוכרת של יחס למשמעות החדשה הרלוונטית בהקשר המדעי. הקונפליקט יצר הרחבה מושגית אצל שני הצוותים באמצעות נקודות מבט עמוקות יותר. החלקים הרפלקטיביים בטיוטה המתקדמת מחזקים את הפרשנות המוצעת, שכן הם מנכיחים את ההבנה של הפערים בין שני תחומי הדעת ואת הירוק הקשר ביניהם.

פיתוח תחושת מסוגלות

תחושת המסוגלות התפתחה לאורך כל תהליך התכנון. תחילתה באופן שבו התקבלו הסכמות לגבי הנושא והמטרות, והתעצמותה ככל שהתפתח השיח הדיאלוגי תוך כדי תכנון מהלכי הוראה: הקונפליקטים שהעלו ספקות, אתגור המנחה, התלבטויות וגיבוש החלטות משותפות. עדויות לכך ניתן לראות ברפלקציות של המשתתפים שנכתבו במסגרת התוצר הסופי.

ו' מצוות המתמטיקה התמקדה בתהליך החשיבה והתרומה האישית שלה: "פיתוח יחידת ההוראה חייב אותי לחשוב כיצד להפוך מושג מתמטי מופשט בהקשר מדעי לכלי מעשי ומובן עבור תלמידים. אני מרגישה שתרמתי רבות מהידע והניסיון שלי במתמטיקה ובמיוחד בחיבור התוכן לדוגמאות מהמדעים".

ח' מצוות המתמטיקה הרגיש את תחושת הסיפוק ואת העמידה האיתנה שלו מול הקבוצה: "עברנו קשה על העבודה. חברי הקבוצה מגיעים מרקעים שונים (מתמטיקה ומדעים), עם יכולות שונות והשקפות שונות. הצלחתי למצוא את עצמי בתוך הקבוצה ונתנו לי את המקום לעמוד על שלי, גם אם הביולוגים עמדו על שלהם".

כ' מצוות המדעים הרגיש את התרומה ההדדית בתהליך פיתוח הידע הפדגוגי המשותף:

ברור היה לנו, הביולוגים, שיש צורך להתחיל בגישה בהיבויוריסטית... הדיונים עם המתמטיקאים גרמו לנו להבין שאפשר גם אחרת. העבודה בקבוצה מגוונת אפשרה לי ללמוד מהניסיון ומשיקול הדעת של שותפיי ולהישף לזוויות מחשבה שונות משלי. נוצרה תלות והפריה הדדית בין חברי הקבוצה.

ק' מצוות המדעים מעיד על מוטיבציה גבוהה:

"פיתחנו סדרת מערכי שיעור שממש מתחשק לי להשתמש בהם בהוראה. אני חושב שבזכות העבודה הקבוצתית גם אני הגעתי לרמת לימוד מעמיקה, בעיקר בהבנה שאפשר וכדאי לחשוב מחוץ לקופסה על מנת לפתח חשיבה אצל התלמידים".

א' מצוות המדעים כתב:

"בניית מרחב הלימוד הייתה מסע מרתק ומלמד... למדנו על חשיבותה של חשיבה יצירתית, עבודה משותפת והסתגלות לצרכים משתנים ופיתחנו פתרונות יצירתיים".

העדויות הללו, הכוללות ביטויים על עמדה ברורה וביטחון לצד התגמשות (אצל ו' ו-ח'), מוטיבציה (אצל ק'), אמונה בערך הלמידה השיתופית (אצל א', ק', כ'), ממחישות את התרומה של התהליך התכנוני השיתופי והקונפליקטואלי אשר סייע בעיצוב הזהות המקצועית של המשתתפים.

דיון

המחקר הנוכחי התמקד בהרחבת זהותם המקצועית של מתכשרים להוראה כקריירה שנייה המומחים בתחומי המתמטיקה והמדעים. הפריזמה שדרכה נבחנה זהותם היא בזיקה לפיתוח יחידת הוראה בין-תחומית. העיסוק בתפיסות, בעמדות ובפרקטיקות מצביע על כך שאין מדובר בפעילות נקודתית אלא בתהליכים עמוקים של הבניית זהות מקצועית רחבה יותר שאיננה ממוקדת רק בתחום התוכן. העומק התאפשר באמצעות דיאלוג קונסטרוקטיביסטי ברוח מודל "האני הדיאלוגי" שמציע הרמנס (2016) (Dialogical Self Theory - DST). במקרה הנידון מדובר בקונפליקטים הנוגעים בקשר בין רכיבי הזהות המקצועית של המורה – בין הדיסציפלינרי לבין הפדגוגי. בפרק הממצאים ניתן היה לזהות את הנטייה הראשונית לתרגם את התכנים למוכר ולידוע מתוך החוויה שלהם את תחום הדעת, בעוד שההתמודדות עם פיתוח פרקטיקות משותפות בתיווך הנושא המורכב לתלמידים יצרה אתגר פדגוגי שדרכו חוו משתתפי המחקר מבוכה שקיבלה ביטוי במדיומים השונים – הכתובים והדבורים.

התמות שתוארו והומשגו בפרק הממצאים מאפשרות לבחון את משמעות האתגר בפיתוח הוראה בין-תחומית בקרב קבוצת המחקר כטריגר לבחינת תהליכים עמוקים ומגבשי זהות מקצועית באוכלוסייה ייחודית זו. עקרון הבין-תחומיות נידון תדיר בספרות המחקר בעולם החינוך כאחד העקרונות המאפשרים תהליכי למידה בעלת ערך בכלל ובזיקה לתחומי המתמטיקה והמדעים בפרט. בדומה לממצאיו של קידרון (2019), הממצאים הללו מצביעים על הפוטנציאל שיש לתהליך מסוג זה כדי לזמן תהליכים שבהם מתחדדות ומתרחבות מיומנויות של שקילת מושגי יסוד (למשל ההבנה של רכיבי המושג "יחס" באופנים שונים) ושל שילוב ושזירה רב-כיוונית של רעיונות ודרכי חשיבה (דוגמת האופן שבו הצוותים חשבו על הבניה משותפת של הידע המתמטי ושזירתו בתוכן המדעי). ברם, ההכרה באופי הקונפליקטים ובמשמעותם מצביעה אף על האתגרים שהם מציבים ועל כך שאי-התמודדות עימם עלולה לשמש בלם הן של הוראה בין-תחומית איכותית בפרט והן של הבניית זהות מקצועית עמוקה בכלל.

ההכרעה ההיררכית מדגימה את הפוטנציאל ואת האתגר ביחס להוראה בין-תחומית בתחום. מורים רבים נושאים עימם תפיסות מושרשות על אודות היחס ההיררכי בין שני התחומים, כאשר המתמטיקה נתפסת לעיתים קרובות בקרב חוקרים כ"מלכת המדעים" או ככלי בסיסי והכרחי להבנת המדעים (Chrysostomou, 2004), גישה שיוצרת בקרב מורים למתמטיקה גאווה דיסציפלינרית. תפיסה זו משפיעה על האופן שבו מורים משתי הדיסציפלינות בונים את זהותם המקצועית באופן שונה – כפי שראו עצמם מתכשרי המתמטיקה בתחילה כאחראים להקניית כלים בסיסיים ומיומנויות חשיבה בסיסיות (לדוגמה, נוסחת היחס בין שטח פנים לנפח), ומתכשרי המדעים נדרשו להתמודד עם המתח שבין הצורך בשליטה מתמטית לבין הרצון להדגיש את הייחודיות ואת העצמאות של תחום הדעת שלהם. בתוך תהליך הדיאלוג הביקורתי חלה התקרבות של אנשי המתמטיקה, אשר אפשרו למקצוע המדעים להוביל, תוך שימוש בהצדקה פדגוגית הבאה בסתירה למבנה הדעת המקובל שהם מכירים, עד לכדי הכרה בכך שכלים פורמליים לא יספקו הבנה של הנושא. בהקשר זה חשוב לציין כי אוכלוסיית המחקר נמצאת במצב רגיש שבו עליה להפגין מומחיות בדיסציפלינה, מומחיות בפדגוגיה ובעוד תחום דעת (מתמטיקה או מדעים) כדי להבין ולפתח בין-תחומיות משמעותית ועמוקה. במקרה ייחודי זה, אוכלוסיית המחקר מגיעה עם יתרון של מומחיות דיסציפלינרית, ואולי עקב כך נוצרו מתחים ברמה הרגשית כשהם מנסים להגן על המומחיות שלהם (למשל בהיבט של מי מוביל – כל צוות ניסה למשוך למקום שלו) הממקמת אותם במקום בטוח. מצד שני, חוויית החסך והפעור, כאשר הם נדרשים לבצע אינטגרציה בין התחומים ברמה הגבוהה שלה, מערערת את תחומי החוזק והמומחיות שלהם, בוודאי כאשר המנחה תורמת לכך באמצעות שאלות מנחות המייצרות ערעורים מסוגים שונים.

הקונפליקט הסימבולי-סמנטי מעמיק את ההתבוננות בעומק הידע הנדרש בהוראה בין-תחומית והיכולת להצביע על תפקודם הסימבולי השונה של מושגים החולקים סמנטיקה משותפת. אתגר השפה מעמיק תהליכים שעליהם הצביעה ספארד (Sfard, 2019) של בדיקת מושגים מדעיים אינטואיטיביים או מודעים בחלקם המעמיקים את המבנים הסובסטנטיביים בתחום המתמטיקה. השיח המודגם כאן בזיקה לחשיבה ולתכנון ההוראה הבין-תחומית מצביע על הצורך להתעכב ולמפות מושגי מפתח מסוג זה כחלק מהעמקת הידע בעולם התוכן הפדגוגי והדיסציפלינרי. העמקת בסוגי הידע הללו מפתחת את הזהות המקצועית של המתכשרים להוראה באמצעות הרחבה של הידע דיסציפלינרי לתחום דעת נוסף והרחבה של דרכי התיווך בתוך תחום הדעת ובין תחומי דעת שונים.

לסיכום, תרומתו העיקרית של המחקר היא בהעמקת ההבנה של קונפליקטים אפיסטמיים ורגשיים שצפים בשיח תכנוני בין דיסציפלינות מתמטיקה ומדעים, ובמתן פרספקטיבה חדשה על תהליך הבניית זהות מקצועית תחת מורכבות של שיתופי פעולה בין-תחומיים. ממצאי המחקר מדגישים כי המתח בין תחושת מומחיות דיסציפלינרית לבין הצורך באינטגרציה ופתיחות לתחום דעת נוסף הוא מוקד לפיתוח אישי, לרפלקציה ולמוכנות להוראה בין-תחומית. תפיסה זו מחזקת את הספרות התאורטית המתארת את החשיבות של מצבי קונפליקט כהנעה לשינוי ולהתפתחות מקצועית בקרב מורי ה-STEM. עם זאת, מחקר זה הוא מחקר גישוש ולכן יש להביא בחשבון את גודל המדגם (שמונה משתתפים) המגביל את היכולת להכליל את הממצאים לאוכלוסיות רחבות יותר, הומוגניות. גם מבחינת ייצוג מגדרי המדגם הנוכחי מוגבל. מחקר המשך עשוי לכלול מדגם נרחב והטרוגני יותר כדי לבחון את עקביות התופעות והקונפליקטים בסביבות שונות. רצוי לחקור כיצד קונפליקטים ודרכי גיבוש הזהות מתפתחים בין תחומים נוספים, למשל בין מתמטיקה לתחומי האומנות.

מקורות

- בן-זהב, ע', כהן, ה' וחזן, א' (2019) למידה בין-תחומית במערכת החינוך. לקסי קיי, 12, 11-14.
- יוסיפון, מ' (2016). חקר מקרה. בתוך נ' צבר בן-יהושע (עורכת), מסורות וזרמים במחקר האיכותני: תפיסות, אסטרטגיות וכלים מתקדמים (עמ' 179-216). מכון מופ"ת.
- נוביס-דויטש, נ', כהן, א', אלכסנדר, ח', יהי-שלום, א', רחמיאן, ל', מרקוס, ג', גליק, א', גביש, א', מזרחי, נ', קאשי, ש', מן, א' וזוהר, ת' (2023). הוראה ולמידה בין-תחומית בתחומי הרוח בחטיבת הביניים: שותפות מחקר-פרקטיקה. הפקולטה לחינוך, אוניברסיטת חיפה.
- קידרון, ע' (2019). פעילות למידה בינתחומית במערכת החינוך: סקירת ספרות עבור לשכת המדען הראשי והמזכירות הפדגוגית, משרד החינוך. משרד החינוך – לשכת המדען הראשי המזכירות הפדגוגית
- Andreouli, E. (2010). Identity, positioning and self-other relations. *Papers on Social Representations*, 19(1), 1-14.
- Bakker, A., Cai, J., & Zenger, L. (2021). Future themes of mathematics education research: An international survey before and during the pandemic. *Educational Studies in Mathematics*, 107(1), 1-24.
- Baybayon, G. G., Clemente, W. B. E., Eco, P. C., Rosquita, M. R. P., Zamora, C. B., & Elipane, L. E. (2018). Integrating science experimentation in teaching mathematics: A lesson study. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.1), 63-66.
- Beijaard, D., Koopman, M., & Schellings, G. (2023). Reframing teacher professional identity and learning. In *The Palgrave handbook of teacher education research* (pp. 763-785). Springer International Publishing.
- Besigomwe, K. (2025). Equipping future scholars to address global crises. *Cognizance Journal*, 5(1), 339-361. <https://cognizancejournal.com/vol5issue1/V5I138.pdf>
- Boice, K. L., Alemdar, M., Jackson, J. R., Kessler, T. C., Choi, J., Grossman, S., & Usselman, M. (2024, May). Exploring teachers' understanding and implementation of STEAM: one size does not fit all. In *Frontiers in Education* (Vol. 9, p. 1401191). Frontiers Media SA.
- Braun, V., & Clarke, V. (2022). Conceptual and design thinking for thematic analysis. *Qualitative Psychology*, 9(1), 3.
- Chesky, N. Z., & Wolfmeyer, M. R. (2015). STEM's what, why, and how? Ontology, axiology, and epistemology. In *Philosophy of STEM education: A critical investigation* (pp. 17-43). Palgrave Macmillan US.
- Chrysostomou, S. (2004). Interdisciplinary approaches in the new curriculum in Greece: A focus on music education. *Arts Education Policy Review*, 105(5), 23-30.
- Coleman, P. T. (2018). Conflict intelligence and systemic wisdom: Meta-competencies for engaging conflict in a complex, dynamic world. *Negotiation Journal*, 34 (1), 7-35.
- Davey, R. (2013). *The professional identity of teacher educators: Career on the cusp?* Routledge.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
- Deniz, Ü. (2022). What should we understand from teachers' professional identity? An overview of the literature. *Journal of Innovative Research in Teacher Education*, 3(2).
- Freudenthal, H. (1986). *Didactical phenomenology of mathematical structures* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Congressional Research Service, Library of Congress.

- Green, J.L., Brock, C., Baker, W.D., & Harris, P. (2020). Positioning theory and discourse analysis. An explanatory theory and analytic lens. In N. S. Nasir, C. D. Lee, R. Pea, M. McKinney de Royston (Eds.), *Handbook of the cultural foundations of learning* (pp. 119-140). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/oa-edit/10.4324/9780203774977-9/positioning-theory-discourse-analysis-judith-green-cynthia-brock-douglas-baker-pauline-harris-hayes>
- Hayes, D., & Doherty, C. (2017). Valuing epistemic diversity in educational research: An agenda for improving research impact and initial teacher education. *Australian Educational Researcher*, 44(2), 123-139.
- Helmane, I., & Briška, I. (2017). What is developing integrated or interdisciplinary or multidisciplinary or transdisciplinary education in school? *Signum Temporis*, 9(1), 7.
- Hermans, H. J. M. (2016). *Assessing and stimulating a dialogical self in groups, teams, cultures, and organizations*. Springer.
- Hofer, B. K. (2017). Shaping the epistemology of teacher practice through reflection and reflexivity. *Educational Psychologist*, 52(4), 299–306. <https://doi.org/10.1080/00461520.2017.1355247>
- Hughes, S., Russo, J. A., Mansfield, J., Green, A., Jones, D., Vale, C., & Berry, A. (2022). Co-designing integrated mathematics and science lesson learning sequences for primary education. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 30(4), 64-75.
- Humes, W. (2013). Curriculum for Excellence and interdisciplinary learning. *Scottish Educational Review*, 45(1), 82-93.
- Kaldaras, L., & Wieman, C. (2023). Introducing an instructional model for teaching blended math-science sensemaking in undergraduate STEM courses using computer simulations. *arXiv preprint arXiv:2305.13451*.
- Kartini, D., & Widodo, A. (2020). Exploring elementary teachers', students' beliefs and readiness toward STEAM education. *Mimbar Sekolah Dasar*, 7(1), 58-69. <https://dx.doi.org/10.17509/>
- Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., & Baumert, J. (2013). Teachers' content knowledge and pedagogical content knowledge: The role of structural differences in teacher education. *Journal of Teacher Education*, 64(1), 90-106. <https://doi.org/10.1177/0022487112460398>
- Kneen, J., Breeze, T., Davies-Barnes, S., John, V., & Thayer, E. (2020). Curriculum integration: The challenges for primary and secondary schools in developing a new curriculum in the expressive arts. *The Curriculum Journal*, 31(2), 258-275.
- Leijon, M., Gudmundsson, P., Staaf, P., & Christersson, C. (2022). Challenge based learning in higher education — A systematic literature review. *Innovations in Education and Teaching International*, 59(5), 609-618.
- Murray, C. (2021). From isolation to individualism: Collegiality in the teacher identity narratives of experienced second-level teachers in the Irish context. *Irish Educational Studies*, 40(1), 19-35.
- Philpott, R., & Ilieva, R. (2024). Cultivating teacher identity in a graduate program: A holistic approach. *RELC Journal*, 56(1), 86-102.
- Tytler, R., Anderson, J., & Williams, G. (2023). Exploring a framework for integrated STEM: Challenges and benefits for promoting engagement in learning mathematics. *ZDM—Mathematics Education*, 55(7), 1299-1313.
- Sachs, J. (2005). Teacher education and the development of professional identity: Learning to be a teacher 1. In *Connecting policy and practice* (pp. 5-21). Routledge.

- Scheiner, T. (2015). Theorizing about mathematics teachers' professional knowledge: The content, form, nature, and source of teachers' knowledge. In *38th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 563-570). Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Schwab, J. J. (1978). *Science, curriculum, and liberal education: Selected essays*. University of Chicago Press.
- Sfard, A. (2019). Learning, discursive faultiness and dialogic engagement. In *The Routledge international handbook of research on dialogic education* (pp. 89-99). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9780429441677-9>.
- Shand, J. (2023). Professional voices: Building professional identity in an initial teacher education program. *Australian Journal of Teacher Education*, 48(7), 1-17.
- Shulman, L. S. (2013). Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Journal of Education*, 193(3), 1-11.
- Suarez, V., & McGrath, J. (2022). Teacher professional identity: How to develop and support it in times of change. *OECD Education Working Papers*, 267, 1-45.
- Tytler, R., Mulligan, J., Prain, V., White, P., Xu, L., Kirk, M.,... & Speldewinde, C. (2021). An interdisciplinary approach to primary school mathematics and science learning. *International Journal of Science Education*, 43(12), 1926-1949.
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- Williams, J., & Roth, W. M. (2019). Theoretical perspectives on interdisciplinary mathematics education. In *Interdisciplinary mathematics education: The state of the art and beyond* (pp. 13-34). Springer International Publishing.
- Winks, L., & Warwick, P. (2021). 'From lone-sailor to fleet': Supporting educators through Wild Pedagogies. *Policy Futures in Education*, 19(3), 372-386.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5th ed.). Sage.
- Zell, S. (2019). Review of STEM teaching models: A scall for promoting interdisciplinary approaches in regular mathematics lessons. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 38(4), 361-373.
- Zuzovsky, R., & Donitsa-Schmidt, S. (2014). Turning to teaching: Second career student teachers' intentions, motivations, and perceptions about the teaching profession. *International Education Research*, 2(3), 1-17.