

**הכנס המדעי ה-13**  
**מחקר, עיון ויצירה באורנים – תשע"ב**

**סימפוזיון: מהוראה אלגוריתמית - ללמידת HOCS [כושרי  
דעת מסדר גבוה יותר (כדסג"י)]: חשיבה מערכתית,  
מוסרית ויצירתית: על כל אלה ומה שביניהן...**

**מתדיין: אורי צולר**



**מהוראה אלגוריתמית-למידת HOCS [כושרי דעת מסדר גבוה-יותר (כדסג"י)]:  
חשיבה מערכתית, מוסרית ויצירתית: על כל אלה ומה שביניהן...**

**From algorithmic teaching to HOCS learning:  
Systematic, moral-based and creative thinking:  
About all these and what is in between...**

**מציגים: מחמוד זועבי, נאג'י קורטאם וענת אברמוביץ  
מתדיין: אורי צולר**

בהקשר עם התחזקות היסט הפרדיגמות, מפיתוח וצמיחה (בלתי מוגבלים) - לפיתוח בר-קיימא; מתיקון - למניעה; מרצונות - לצרכים; מגידול פערים - להקטנתם; מצריכה פסיבית בלתי מוגבלת - להשתתפות פעילה ומבחרת אופציות - ליצירת אופציות, היסט הפרדיגמות, בעיקר בהתייחס לפיתוח, צמיחה, צריכה רציונלית וניהול משאבים, כמו גם לחינוך מדעי-טכנולוגי-סביבתי-חברתי (i-STES) והערכתו (בחינות וציונים) - הוא בלתי נמנע. ואולם, בעוד שמדע וטכנולוגיה יכולים להיות שימושיים ויעילים בקביעה של 'מה ניתן לעשות' בהקשר ה-STES, אין ביכולתם לומר לנו מה צריך להיעשות, בעיקר בהקשר לפיתוח בר-קיימא המומשג בצורה שונה על ידי אנשים, קבוצות וחברות שונות.

על רקע זה, הכוח המניע ברפורמות של הוראת המדעים ברחבי העולם, מתבסס על שכנוע של קהילות מורים ומחנכים להוראת המדעים, בחינניות הפיתוח של כושרי הדעת מסדר גבוה יותר (HOCS) של התלמידים, שיאפשרו להם לתפקד באופן פעיל ומשמעותי בתהליכי קבלת החלטות בהקשר הרב-תחומי ה-STES של חברות רב-תרבותיות. פירוש הדבר, היסט משמעותי מהוראת מדעים אלגוריתמית - 'לדעת', ללמידת HOCS - 'לחשוב'.

קטעי המחקר שיוצגו במסגרת הסימפוזיון, מבוססים על מודל קונספטואלי הכולל ומשלב בתוכו את היכולות הקוגניטיביות של שאילת שאלות, חשיבה ביקורתית, חשיבה מערכתית, קבלת החלטות, פתרון בעיות, חשיבה מוסרית וחשיבה יצירתית - כולן יכולות גנריות (לא תלויות תוכן) אך תלויות הקשר. מטרת העל של המחקרים הללו היא פיתוח מבוסס מחקר של יכולות אלה במסגרת הוראת המדעים, תוך שימוש באסטרטגיות הוראה והערכה מטפחות - HOCS.

הדיון בעקבות שלוש ההרצאות יתמקד בשאלות שתעלינה במהלכן: האם 'למידת HOCS' עשויה לתרום משמעותית להיסט הפרדיגמטי מהוראת 'לדעת' ללמידת 'לחשוב' בהוראת המדעים וכל זה במסגרת של יכולת-העל של העברה - transfer.

חשיבה מערכתית על דרך STES של תלמידי תיכון במגזר הערבי  
בהקשר הישראלי הרב-מגזרי

**The STES - oriented systematic thinking of high school students in the  
Arab sector in the Israeli multisectorial context**

הוראת המדעים היא אחד מהכלים החשובים ביותר להכנת הלומדים במערכת החינוך לקראת חיים פעילים, אחראיים ומשמעותיים בחברה המודרנית המבוססת על מדע וטכנולוגיה. פיתוח כושרי דעת מסדר גבוה יותר (כדסג"י - HOCS – Higher Order Cognitive Skills) של תלמידי מדעים בהקשר המדעי-טכנולוגי-סביבתי-חברתי - STES (Science-Technology-Environment-Society) והחשיבה המערכתית במסגרת זו מהווה, לכן, מטרה מרכזית בחינוך המדעי ברחבי עולם והיא מכוונת לשיפור תפקוד הפרט במציאות המשתנה של העולם המודרני המורכב בו אנו חיים. הנחת היסוד היא, שלמורי מדעים יש את הפוטנציאל להעצים את יכולת החשיבה המערכתית של תלמידיהם באמצעות יישום עקבי ושיטתי של אסטרטגיות הוראה והערכה מטפחות כדסג"י.

מטרות המחקר הנוכחי הן: (1) הערכת יכולת החשיבה המערכתית העכשווית במסגרת הוראת המדעים בבית הספר התיכון בארץ; (2) תרומה מבוססת מחקר, לפיתוח מכוון של יכולת החשיבה המערכתית של תלמידי מדעים; ו-(3) בדיקת השפעתן של אסטרטגיות הוראה והערכה כמטפחות HOCS, על יכולת החשיבה המערכתית של תלמידי מדעים בחינוך התיכוני: כל זה בהקשר המגזרי של מערכת החינוך הממלכתית.

שאלות המחקר: (1) האם יהיו ההבדלים ביכולות החשיבה המערכתית (אחר), במונחי LOCS (כושרי דעת מסדר נמוך יותר) ו-HOCS לתלמידי מדעים אשר ילמדו במסגרת הפעלת אסטרטגיות הוראה מקדמות HOCS בהקשר ה-STES (קבוצות ניסוי), בהשוואה לאלו שילמדו במסגרת הוראת מדעים מסורתית (קבוצות ביקורת); (2) האם ובאיזו מצב אסטרטגיות הוראה והערכה מקדמות HOCS שיישמו בכיתות המחקר (כמו: פיתוח יכולת שאילת שאלות על ידי התלמידים; הוראה משלבת חקר אירועים; הערכה באמצעות מבחנים עם חומר פתוח; שילוב מכוון של שאלות/משימות המחייבות HOCS במבחנים; לימוד עצמי ושילוב מיני פרויקטים [מחקרים]); ו-(3) האם ניתן לייחס את ההבדלים ביכולת החשיבה המערכתית של תלמידי מדעים ערבים ויהודים, אם ימצאו, לגורמים דתיים ו/או מסורתיים ואם כן, מהי תרומתם של אלה.

אוכלוסיית המחקר כללה תלמידים מארבעה בתי ספר תיכוניים במגזר הערבי (N=228) ושלושה בתי ספר במגזר היהודי (N=100), מתוכם 158 תלמידים בקבוצות הניסוי ו-170 תלמידים בקבוצות הביקורת. המחקר התבצע באמצעות שילוב של שיטות מחקר כמותניות (שאלונים וציון אורדינלי איכותני של תגובות התלמידים וניתוח סטטיסטי עוקב) ואיכותניות (ראיונות חצי מובנים של מורים ותלמידים ותצפיות בכיתות המחקר). בפועל, פותחו ארבע גרסאות של שאלון המחקר שתקפותם ומהימנותם אוששו במסגרת מחקר חלוץ.

ניתוח ראשוני של התוצאות מצביע על הבדלי אחר (post) בקרב אוכלוסיית המחקר ביכולת החשיבה המערכתית בין תלמידי כיתות הניסוי וכיתות הביקורת לטובת הראשונים, וכן הבדלים ביכולת זו (קדם

ואחר) בין תלמידי מדעים בשני המגזרים (תוצאות סטטיסטיות מייצגות ומבחר מתגובות התלמידים לשאלונים יוצגו וינתחו באופן ראשוני במסגרת הכנס).

הממצאים עשויים להוות בסיס מחקרי לגיבוש המלצות להוראה והערכה מקדמות חשיבה מערכתית במסגרת פיתוח HOCS בהוראת המדעים. כל זאת כבסיס להסטת הדגש מהוראת המדעים האלגוריתמית-קונבנציונלית להוראה מפתחת כדסג'י, ובכך גם להיסט מהוראה קונבנציונלית של 'לדעת' ללמידת 'לחשוב'.

**ענת אברמוביץ, נאג'י קורטאם ואורי צולר**

**Anat Abramovich, Naji Kortam & Uri Zoller**

**יכולת חשיבה מוסרית של תלמידי מדעים בבתי ספר תיכוניים בישראל**

**The moral thinking capability of Israeli high-school science students**

העולם המודרני מזמן לאדם חיים בצל טכנולוגיות מתפתחות לצד בעיות סביבתיות וקיומיות שהן תוצאה של השפעת האדם על הסביבה. כל זאת בעידן של תחרות כלכלית, ניצול גובר של משאבים והיווצרות של בעיות סביבה מקומיות וכלל עולמיות. בחיי היומיום, אזרחי העולם המודרני אמורים להפעיל שיקול דעת כמעט בכל מהלך אותו הם מבצעים, ברמה האישית, ברמה המקצועית הכלל עולמית והארצית. תלמידים נתקלים במהלך הלימודים בדילמות הקשורות בעולם המודרני ובהתפתחות הטכנולוגיה. התמודדות עם בעיות אלה מצריכה הפעלת כושרי דעת מסדר גבוה יותר (HOCS - Higher order cognitive skills) הכוללים חשיבה מעריכה, חשיבה יצירתית, העלאת שאלות, קבלת החלטות וכד'.

מטרת המחקר הנוכחי הייתה לבדוק את היכולת הנוכחית של החשיבה המוסרית של תלמידי תיכון במגזר היהודי והערבי. הנחת הבסיס היא שאדם רוצה להיות מוסרי. ככל שהאדם מתפתח בהבנתו השכלית, כך מתפתחת יכולת החשיבה המוסרית שלו. עם זאת, הפעלה ראויה של חשיבה מוסרית מצריכה הפעלת כושרי דעת מסדר גבוה יותר. ידוע כי תכניות הלימודים החדשות במדעים (ביולוגיה, כימיה ופיזיקה) כוללות אסטרטגיות הוראה והערכה אחרות מהשיטות המסורתיות. למשל, חקר במעבדה ובסביבה חוץ-כיתתית, התמודדות עם בעיות אתיות וכד'. אסטרטגיות אלו עשויות לקדם כושרי דעת מסדר גבוה יותר (HOCS). שאלת המחקר היא אפוא: מהו השינוי שחל ביכולת החשיבה המוסרית של תלמידים, בתחילת לימודיהם בכיתה י' ואחרי שנת לימודים, בכיתה י"א?

שיטת המחקר שנבחרה הייתה שיטה המשלבת בין כלי מחקר כמותניים לאיכותניים. כלי המחקר כללו שני שאלוני חקר (Pre, Post), בהם התבקשו המשתתפים ליישם חשיבה מוסרית. בנוסף, נערכו תצפיות בכיתות וראיונות עם מורים ותלמידים. אוכלוסיית המחקר כללה 300 תלמידים מבתי ספר שונים בארץ. כמחצית מתלמידים אלה למדו מקצוע מדעי אחד לפחות.

הממצאים ראשוניים מתייחסים לתלמידים מהמגזר היהודי, שלמדו מדעים שלא בדרך מסורתית. הממצאים מראים שיפור בכושרי דעת מסדר גבוה של הלומדים. בשאלון המקדים, ממוצע התשובות של כ-75% מהנשאלים היה ברמה נמוכה של כושרי דעת (LOCS), בעוד שממוצע התשובות של כ-8% היה ברמה גבוהה (HOCS). בשאלון המסכם, ממוצע התשובות של כ-45% מהנשאלים היה ברמת HOCS. אחד הסעיפים עסק בהתייחסות מוסרית. 14% הגדירו באופן מושלם מהי התייחסות מוסרית בשאלון הקדם לעומת כ-44% בשאלון המסכם. בנוסף, כאשר התבקשו התלמידים להציע בעיה שפתרונה מחייב חשיבה מוסרית, כ-30% הציעו בעיה ברמת HOCS בשאלון הקדם לעומת כ-61% בשאלון המסכם.

ממצאים אלה מצביעים על שיפור ביכולת החשיבה המוסרית בקרב הלומדים את מקצוע המדעים שלא בדרך מסורתית. בהמשך נבדוק את השינוי ביכולת החשיבה המוסרית בקרב כלל המשתתפים במחקר.

**Mahmud Zoabi & Uri Zoller**

**מחמוד זועבי ואורי צולר**

### **יכולת חשיבה יצירתית של תלמידי מדעים בביה"ס התיכון**

#### **במערכת החינוך הרב-מגזרית הישראלית**

## **The creative thinking capability of high school science students in the context of the Israeli multi-sectorial educational system**

העולם משתנה בקצב מהיר מאוד ומערכת החינוך אמורה להשתנות בהתאם על מנת לעמוד בהצלחה באתגרי השינוי. מכאן החשיבות המיוחדת שיש לייחס לטיפול החשיבה היצירתית של תלמידים, בעיקר בהקשר ה-*STES* (מדע-טכנולוגיה-סביבה-חברה) שלה במסגרת פיתוח וטיפול יכולות ה-*HOCS* - (*Higher-Order-Cognitive-Skills*) שלהם. טיפוח יכולת חשיבה זו, כמו גם יכולות ה-*HOCS* האחרות אמורה להביא לתפקוד טוב יותר של התלמידים.

מחקר זה מתוכנן לבדוק את יכולת החשיבה היצירתית של תלמידי תיכון, וכן האם יש השפעות דתיות וחברתיות על יכולת קוגניטיבית זו. כל זאת במסגרת הוראת המדעים הקונבנציונלית. בכיתות הניסוי תופעלנה מספר אסטרטגיות מקדמות כושרי דעת מסדר גבוה יותר (כדסג"י), כמו גם פיתוח השפעתם של גורמים מגזריים ו/או תרבותיים על החשיבה היצירתית. על בסיס ניתוח התוצאות המחקריות הכמותיות והאיכותניות, יוסקו מסקנות מבוססות מחקר בהקשר ליכולת החשיבה היצירתית של התלמידים במסגרת לימודי המדעים בתיכון ופיתוח מכוון של *HOCS* בתוך כך.

מחקר זה מתמקד בחשיבה יצירתית כיכולת קוגניטיבית ולא ביצירתיות בהיבטה הכולל. המחקר יבוצע לאורך שלוש שנים ויתחיל עם תלמידי כיתות י', במערך קדם ואחר (*Pre/Post*) בשילוב שיטות כמותניות (שאלונים וניתוח סטטיסטי עוקב) ואיכותניות (ראיונות עם מורים ותלמידים וניתוחם בהקשר החשיבה היצירתית). בכיתות הניסוי/הטיפול (*treatment*) ייושמו חלקית אסטרטגיות הוראה והערכה שהוכחו כמקדמות *HOCS* ובמסגרתן פיתוח/טיפול מכוון של חשיבה יצירתית ויכולות *HOCS* אחרות ככל שיתאפשר על ידי מורים נסיינים, בעוד שבכיתות הבקרה תימשך הוראת המדעים הקונבנציונלית.

שאלון המחקר, מבחר מתגובות התלמידים, ציון (במונחי [*Lower-Order-Cognitive-Skills*] *HOCS/LOCS*) והמסקנות העיקריות ממחקר הקדם, יוצגו וינתחו במסגרת ההרצאה. דבר זה יאפשר התייחסות, גם אם ראשונית, ליכולת החשיבה היצירתית כיכולת קוגניטיבית של תלמידי מדעים בתיכון כמו גם להשפעות תרבותיות ו/או מגזריות ודתיות על יכולת זו. תוצג גם תמונה ראשונית העולה ממחקר הקדם לגבי הקשר/המתאם בין יכולת החשיבה המערכתית ויכולת החשיבה היצירתית. בנוסף יוצגו התייחסויותיהם בעל פה, של מורים שקראו ו/או העבירו את השאלון. אחדים מהם אפיינו את השאלות בשאלון כשונות, כאלה שהתלמידים אינם רגילים להן, כמורכבות, אך כמאפשרות חשיבה מעמיקה ופתרונות רבים. אפיונים אלו מתקשרים עם מאפייני *HOCS*. במסגרת ההרצאה יוצגו קווים משותפים להתרשמותם של התלמידים שהתייחסו לשאלון במסגרת הקדם מחקר ודעתם על השאלון אותו מלאו. עריכת מחקר זה כרוכה בקשיים ייחודיים ובתוך כך שאלות שהתלמידים אינם רגילים להן יוצגו ויידונו בקצרה.