



**מכון ויצמן למדע**

WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

Research Proposal for a  
Master of Science Thesis

תכנית מחקר לעבודת גמר  
לקראת תואר מוסמך למדעים

By  
**Hadas Gardi**

מאת  
הדס גרדי

יכולת תלמידי ביולוגיה לקשר בין נושאים ברמות ארגון שונות: שימוש  
בסביבת למידה מתוקשבת.

**Biology majors' ability to connect topics at different  
levels of organization: Using an online learning  
environment.**

Advisor:  
Prof. Anat Yarden

מנחה:  
פרופ' ענת ירדן

January 2019

שבט תשע"ט

המחקר הביולוגי העכשווי עוסק בפתרון בעיות מורכבות, בעיות שפתרוןן מחייב הבנה וקישור בין מספר רמות ארגון. קישור זה בין מספר רמות ארגון הוא אחד המרכיבים של "חשיבה מערכתית". מדענים, החושבים מערכתית, מסוגלים "לנוע" במחשבתם בין רמות הארגון – למעלה ולמטה. לעומתם, טירונים נוטים לרוב לחשוב ליניארית – רק ברמת ארגון מסוימת. בצורה זו הטירונים חושבים לרוב שיש גורם מרכזי אחד המפקח על מגוון תהליכים, בעוד המומחים מצליחים לראות תמונה בה קיימים תהליכים מרובים, ולכל אחד מהם תרומה מסוימת.

המחקר הביולוגי של ימינו, ששם דגש על יחסי הגומלין והקשר ההגיוני והרציף בין רמות הארגון השונות בביולוגיה מחייב יצירת קישורים בין רמות ארגון שונות, ומצריך את ההבנה שתהליכים שמתרחשים ברמת התא, למשל, משפיעים על רמות הארגון האחרות.

בחינה של תכנית הלימודים בביולוגיה מגלה כי נושאי לימוד ברמות ארגון שונות מופרדים בתוכנית הלימודים בפרקי זמן של חודשים או אפילו שנים. צורה זו של למידה יכולה להקשות על יצירת הקשרים בין רמות ארגון שונות ויכולה לגרום לשימור מידע כפיסות מנותקות, דבר שיכול ליצור רפרטואר רעיונות שאיננו קוהרנטי לגבי נושא מסוים.

מתוך הבנת החשיבות של הגישה המערכתית, החלטתי לפתח סביבת למידה, שמטרתה לאפשר יצירת חיבורים בין פיסות מידע – בין נושאי הליבה בביולוגיה ונושא ההעמקה "חיידקים ונגיפים בגוף האדם", כמו גם יצירת הקשרים ביניהן. לדוגמה, בניסיון להבין את יחסי הגומלין בין חיידקי המעי לאדם, מתבקש ליצור הקשרים בין רמת המיקרו לרמת המאקרו, וכך אולי יצליחו התלמידים ליצור את ההקשרים הדרושים בין רמות הארגון במערכת.

כדי לבדוק את יכולת התלמידים ליצור הקשרים והאם חל שיפור ביכולת זו לאחר ההתנסות בסביבת הלמידה, נשאלו שאלות המחקר הבאות:

1. מה הקשיים של מורי ביולוגיה בהוראת נושא ההעמקה "חיידקים ונגיפים בגוף האדם"?
2. מה היכולת של תלמידי ביולוגיה בחטיבה העליונה לקשר בין נושאים שונים בתוכנית הלימודים בביולוגיה ברמות ארגון שונות?
3. כיצד תלמידים מתמודדים עם שאלות הדורשות יצירת הקשרים בין רמות ארגון שונות, תוך כדי לימוד בסביבת הלמידה?
4. האם שימוש בפעילויות בסביבת הלמידה מאפשר לתלמידים להסביר תופעות ביולוגיות תוך שימוש בכמה רמות ארגון?

על מנת לבחון את יכולות התלמידים לבצע קישורים, התבקשה קבוצה של 21 תלמידי יב' מתיכון במרכז הארץ לענות על שאלות הדורשות אינטגרציה של נושאים מפרקי ליבה שונים. תשובות התלמידים נותחו, ונבדק השימוש של התלמידים במושגים מפרקי הליבה השונים בעת המענה לשאלות. שנה לאחר מכן קבוצה של 51 תלמידי יב', מאותו בית ספר במרכז הארץ, ענתה על שלוש שאלות שונות, הדורשות גם הן

אינטגרציה, ולאחר מכן התנסתה בשתי פעילויות שנבנו בסביבת למידה מתוקשבת. אחרי התנסות זו, ענו התלמידים על שלוש השאלות שנשאלה קבוצת התלמידים הראשונה.

יכולתם של רוב התלמידים שהתנסו בסביבה לשלב נושאים ממספר פרקי ליבה שונים בעת מענה על שאלות הדורשות אינטגרציה בין נושאים מפרקי הליבה השונים השתפרה. היכולת של אחד התלמידים, אשר השתמש במושגים רבים יותר, לעשות אינטגרציה של מושגים בתשובותיו לשאלות המופיעות בסביבת הלמידה השתפרה, בהשוואה לתלמיד שהמעיט בשימוש במושגים בתשובותיו, ולא הצליח בהמשך לשפר את יכולתו לעשות אינטגרציה בין מושגים.

כמו כן, נבדק מהם הקשיים של המורים לביולוגיה בהוראת נושא ההעמקה "חיידקים ונגיפים בגוף האדם". אוכלוסיית המחקר הייתה 171 מורים ומורות לביולוגיה, בעלי וותק הנע בין שנה אחת ל- 41 שנים. המורים מלמדים במגוון מגזרים: ממלכתי, ממלכתי-דתי, התיישבותי, ערבי, בדואי, דרוזי. היה חשוב לבדוק האם המורים עצמם מוצאים קושי בחיבור נושא ההעמקה לנושאי הליבה. אם המורה מתקשה ליצור את ההקשרים הנדרשים בין רמות הארגון השונות ובין פרקי הליבה, סביר שגם תלמידיו יתקשו לבצע חיבורים אלו. אולם, בדיקת תשובותיהם של 171 המורים, שבחרו ללמד את נושא ההעמקה "חיידקים ונגיפים בגוף האדם" בשנת הלימודים תשע"ז, הראתה כי המורים דווקא רואים נושא זה כנושא שקל לחבר אותו לנושאי הליבה האחרים, וזו הייתה אחת הסיבות בזכותן בחרו ללמד אותו. נתון זה הוא נתון חשוב, מאחר ואם למורים יש קושי ליצור הקשרים בין נושאי הליבה, לא סביר שהם ילמדו בצורה בה נושאים מרמות ארגון שונות ומפרקי ליבה שונים מקושרים זה עם זה. אם התלמידים לא נחשפים לצורת הראיה המערכתית הזו, הם עלולים להתקשות בזיהוי והתאמה של מושגים לרמת ארגון, וכך אולי יצליחו לקשר בין נושאים השייכים לאותה רמת ארגון (קוהרנטיות רוחבית), אך עלולים להתקשות ביצירת קוהרנטיות אנכית. רכישת שתי היכולות הללו מהווה חלק במודל התפתחות החשיבה המערכתית.

תוצאות המחקר הראו שיכולתם של תלמידים, שהתנסו ברצף הפעילויות המוצע בסביבת הלמידה המתוקשבת, להשתמש במונחים ממספר נושאי ליבה גדול מזה שהשתמשו בו לפני ההתנסות. כמו כן, מאחר ופרקי הליבה תחומים ברמות ארגון מוגדרות (תא- מולקולות, אברונים ותאים; גוף האדם- מרמת התא ועד רמת האורגניזם; אקולוגיה- מרמת האורגניזם ועד רמת ביוספירה), נמצא כי ככל שהתלמידים משתמשים ביותר מושגים בתשובותיהם, כך גדל הסיכוי שישתמשו במושגים השייכים לרמות ארגון שונות, דבר שיגדיל את השימוש במושגים השייכים לפרקי ליבה רבים יותר כאשר הם עונים על שאלות הדורשות אינטגרציה של נושאים.

לסיכום, שימוש ברצף ההוראה המוצע בסביבת הלמידה יכול לתרום לשיפור יכולתם של התלמידים ליצור קשרים בין נושאי הליבה השונים ובין רמות ארגון שונות, כאשר הם נשאלים שאלות הדורשות אינטגרציה בין נושאים אלו.