



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוטיב

בס"ד.

מתן תמיכה לתלמידים בהבניית הסברים מדעיים באמצעות פיגומים מתפוגגים בחומרי הוראה

מבוסס על המאמר:

Supporting Students' Construction of Scientific Explanations by Fading
Scaffolds in Instructional materials

Katherine L. McNeill, David J. Lizotte, Joseph Krajcik & Ronald W. Marx

הקדמה

אחת המטרות של לימודי המדעים ומוט"ב ביניהן, היא לסייע לתלמידים להפוך לאורייני מדעים, על מנת להגביר את ההבנה של כלל הציבור בעולם חדור מדע. מחקרים הראו כי לעיתים קרובות, תלמידים מתקשים בלימודי המדעים ובעיסוק בנושא. ללא תמיכה ראויה בלמידה במגוון הדרכים באמצעות לומדים, עושים ודנים במדע, תלמידים עלולים להתעלם מהמדע או אפילו להתנגד ללמידה שלו.

במאמר המובא כאן, מתואר מחקר אשר שילב הנחיות כתובות שנועדו לתמוך בתלמידים בהבניית הסברים מדעיים. במחקר נבדקו שתי דרכים למתן ההנחיות הכתובות: האחת באמצעות תמיכה מתמשכת של מתן ההנחיות הכתובות, והשנייה באמצעות הנחיות כתובות המתפוגגות בהדרגה (פיגומים - Scaffolds). המחקר בדק איזו מבין שתי הדרכים אלו, מכינות את התלמידים טוב יותר להבניית הסברים מדעיים, כאשר הם אינם מקבלים עוד את התמיכה. המאמר כולל מבוא ובו רקע על מיומנות הבניית הטיעון – חשיבותה והקשיים בהם נתקלים התלמידים בעת ההתנסות בה, ממשיך בתאור המחקר, הכולל את תבנית ההסבר ששימשה להנחיות הכתובות לבניית ההסברים והטיעונים, וכן מחוון להערכת טענות. הסברים שנכתבו ע"י התלמידים. המאמר מסיים בהתייחסות לממצאי המחקר ולחשיבות הפיגומים (התמיכה המתפוגגת) בחומרי ההוראה.

מבוא

אחת הדרכים לפיתוח רמות חשיבה גבוהות בתהליך ההוראה והלמידה, היא שילוב מיומנות בניית טיעון או הסברים הכוללים: בחינת ראיות, פירוש מידע והערכת טענות. הסברים מדעיים מהווים גם מסגרת לאחת המטרות של תהליך החקר שמתבטאת בהסבר המעיד על



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוטי"ב

הבנת תופעות טבע, ניסוח ושיכנוע אחרים באמצעות הבנה זו. זאת בניגוד לגישה של הוראת המדעים בה לומדים רק עובדות על עולם הטבע. תלמידים העוסקים בבניית הסברים יכולים לשנות או לשפר את תדמית המדע, וכן להגביר את הבנת התוכן המדעי. אולם, לעיתים קרובות, התלמידים מתקשים בניסוח והצדקה של טענותיהן, לכן יש צורך בהוראה מפורשת של האופן בו מנסחים הסברים מדעיים.

במאמר הנוכחי, נשאלה השאלה כיצד לסייע לתלמידים בבניית ההסברים המדעיים. המחקר מתמקד ב-8 שבועות של תוכנית לימודים של למידה סביב פרויקטים בכימיה שעוצבה במטרה לתמוך בתלמידי כיתה ז' בהבנת הסברים מדעיים. במחקר בדקו איזו מהדרכים הבאות מציידת ומקנה לתלמיד טוב יותר, מיומנות של בניית הסברים, שבאה לידי ביטוי כאשר התמיכה מופסקת: האם כאשר התמיכה הגיעה בצורה של הנחיות כתובות שנעלמו בהדרגה (פיגומים – Scaffolds) או כאשר התמיכה ניתנה בצורה של הנחיות כתובות מתמשכות.

מרכיבי ההסבר המדעי וקשיי התלמידים בהבנייתו

הסבר וטיעון. הסבר – כיצד או מדוע דברים קורים (Chinn & Brown, 2000). טיעון – טענה עם הצדקות (Kuhn, 1991), לרוב קשורה בפעילות מילולית (כתובה או בע"פ) ופעילות חברתית – הצדקה או הגנה על נקודת מבט בפני קהל (van Eemeren et al., 1996). טיעון יכול להיות הסבר מדעי למשל, כאשר מדען בונה טיעון אשר מסביר מדוע מגוון המינים פוחת במערכת אקולוגית מסוימת. לעומת זאת, טיעון יכול להיבנות גם מסיבות אחרות כגון תמיכה בדעה אישית או אמונה. כאשר מדובר בתלמידים, *השאיפה היא לסייע לתלמידים להבנות הסברים מדעיים בהם הם יצדיקו את טענתם בעזרת ראיות הולמות ועקרונות מדעיים*. מחקרים קודמים מראים כי לתלמידים יש קשיים בבניית טענות והגנה עליהן (Sadler, 2004).

ראיות. בהסברים של תופעות מדעיות התלמידים צריכים להיות מסוגלים לאסוף, לבחור ולהשתמש בנתונים כראיות התומכות בטענותיהם.

לעיתים קרובות, תלמידים נתקלים בקשיים בביצוע מטלה סבוכה זו: תלמידים מתקשים להבין מה נחשב כראיה (Sadler, 2004), וכיצד להשתמש בראיה מתאימה (Sandoval, 2003). גם מבוגרים מתקשים בהבחנה בין ראיה ותיאוריה, ובשימוש בראיה לתמיכה בטענות שלהם (Kuhn, 1991). במקום להשתמש בראיות, תלמידים מסתמכים, לעיתים, על נקודת המבט האישית שלהם כדי להסיק מסקנות (Hogan & Maglienti, 2001). במקרים



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוטי"ב

אחרים התלמידים משתמשים בנתונים מהחקר אך לא בנתונים הנכונים. לעיתים תלמידים מבינים את החשיבות בהצגת נתונים וראיות, אך מגלים קשיים בהצגת ראיות מספיקות לטענה (Sandoval & Millwood, 2005). גם הבנת התוכן יכולה להשפיע על יכולתם להשתמש בראיות ביעילות בהסבריהם. לרוב תלמידים משמיטים ראיות אשר סותרות את התאוריה הנוכחית שלהם (Chinn & Brewer, 2001), וברוב המקרים יכללו נתונים רק אם הם מסוגלים להבין את המנגנון מאחוריהם (Koslowski, 1996). יש צורך בהבנת התוכן כמו גם הראיות על מנת להציג ראיות למטלה מסוימת, ולכן יכולת להביא ראיות הולמות ומספיקות תלויה בהבנת התלמידים מהי ראיה טובה, מה נדרש במטלה וידע תוכן.

הנמקה. הנמקה היא ההגיון מדוע הראיה תומכת בטענה. הנמקה יכולה לכלול עקרונות מדעיים. יכולת ההנמקה קשורה גם להבנת התוכן: אם תלמידים אינם מבינים את העקרונות המדעיים הם לא יהיו מסוגלים להשתמש בעקרונות אלו בתרגול חקר מדעי, כמו בניית הסבר מדעי.

המחקרים הרבים שנעשו על הסברים מדעיים וטיעונים הראו, כי היכולת לבנות אותם אינה מגיעה בטבעיות אלא נרכשת תוך תרגול, ועל כן יש ללמד באופן מפורש על הסברים מדעיים כדי שיהיו מוצלחים (Osborne, Erduran & Simon, 2004). במחקר הנוכחי ישנה התמקדות בכיצד לתמוך בכיתה בבניית הסברים מדעיים ע"י תלמידים, כדי להכין אותם טוב יותר לכתיבת הסברים כאשר הם אינם מקבלים עוד את התמיכה הזו.

המודל ההוראתי להסבר מדעי

החוקרים רואים את במודל ההוראתי של ההסברים המדעיים כנקודת פתיחה לתהליך חקר מדעי על ידי תלמידים. יצירת הסבר מדעי הוא מטלה סבוכה עבור תלמידים, על כן, מטרת החוקרים הייתה לפשט את המטלה עבור תלמידים ולמקד את תשומת הלב של התלמיד במרכיבי המטלה הרלוונטיים, כך שיוכלו להשלים את בניית ההסבר המדעי יותר בקלות. המודל מחלק את ההסבר לשלושה מרכיבים: טענה, ראיה ונימוק. הטענה היא הכרזה או מסקנה העונה על השאלה המקורית. הראיה היא נתונים מדעיים התומכות בטענה. הנתונים יכולים להגיע מחקירה או ממקור אחר כמו תצפיות, חומרים כתובים או ארכיון. הנתונים צריכים להיות הולמים ומספיקים על מנת לתמוך בטענה. ההנמקה היא הצדקה לראיות שהובאו, מדוע הנתונים שהובאו נחשבים כראיות התומכות בטענה. בהנמקה מעודדים את התלמידים להביע באופן ברור את ההגיון העומד מאחורי האמונה שהראיות תומכות בטענה.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוטי"ב

על תלמידים לגבות את הקישור שעשו בין הטענה והראיות, ע"י הצגת עקרונות מדעיים מתאימים.

השימוש במודל ההוראתי בהקשר תוכני

המודל ההוראתי תוכן כך שישמש סביב תכנים שונים ובהקשרים שונים בתוכנית הלימודים במדעים בחטיבות הביניים. ישנן פעילויות משותפות בתחומים שונים. למשל, טיעון הוא דוגמא לפעילות קוגניטיבית כללית אשר חשובה במגוון תחומים כגון שפות, כלכלה, מתמטיקה, וכחנות (debate) ומדע. קיים דימיון במבנה הטיעון לאורך התחומים השונים, אף כי התוכן וההקשר חשובים גם הם.

במדעים, ישנה חשיבות לידע תוכן יחד עם מיומנויות הנמקה כדי להצליח במטלה מסוימת. יחד עם זאת, למרות חשיבות ידע התוכן, השימוש באותו מודל הוראתי בתחומים שונים עשוי לסייע לתלמידים להפוך למיומנים יותר בכתיבת הסברים. החוקרים מודעים לכך שהמודל מפשט את רמת המטלה של בניית הסבר, ופותח את האפשרות להצגה מוטעית שלו. יחד עם זאת, השימוש בתבנית כללית בתחומי מדעים שונים יכולים לסייע לתלמידים להשיג הבנה בסיסית טובה יותר כיצד טיעוני ידע נוצרים ונתמכים.

פיגומים ללמידת התלמיד

המונח *פיגומים* הוצג לראשונה בהקשר של אינטראקציות מבוגר-ילד, בהם ככל שהמבוגר מדריך יותר את הילד להשלמת משימה, כך הילד לא יוכל לעשות זאת בעצמו. בעזרת פיגומים, לומדים יכולים להשלים פעילויות מתקדמות יותר ולשלב חשיבה מתקדמת יותר (Wood, Bruner & Ross, 1976). מאז ההגדרה הראשונה, קושר מונח זה ל-ZPD (Zone of Proximal Development – אזור ההתפתחות הקרוב ביותר) של ויגוטסקי (1978). סטון (Stone, 1993) טען כי פיגומים מאפשרים לתלמיד להשיג הבנה ברמה גבוהה יותר מה-ZPD שלו. כדי שהפיגום יקדם את הבנת התלמיד, הוא צריך להיות נטוע ברמת ה-ZPD הנוכחית שלו: אם הפיגום מספק יותר מדי מידע, התלמיד לא יהיה מאתגר ללמוד עוד. הפיגום צריך לספק מידע מספיק בדיוק, כך שהלומד יוכל להתקדם בכוחות עצמו (Hogan & Pressley, 1997).

מתוך הגדרת הפיגומים ע"י ווד ועמיתיו (Wood, Bruner & Ross, 1976) עולה כי יש להתאים את הפיגומים כל הזמן, כך שיטילו על התלמיד יותר ויותר אחריות על הלמידה שלו. הפחתת התמיכה מהווה מאפיין חיוני של הפיגומים. בהתאם לזאת, *פיגומים* מוגדרים כמבני תמך זמניים אשר ניתנים ע"י אנשים, או כלים לקידום למידה של פתרון בעיות סבוכות.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוטיב

קיים קושי להשתמש בפיגומים בכיתות שלמות, כיוון שהמורה אינו מסוגל ליצור אינטראקציה ולשנות את הפיגומים על בסיס צרכי כל התלמידים, כיוון שהוא נתקל במגוון של רמות ZPD (Stone, 1998).

אחת הדרכים להתמודדות עם בעיה זו היא עבודה בקבוצות, ונתינת פיגומים לכל קבוצה של תלמידים - אך גם זו בעייתית כיוון שישנן מספר קבוצות בכיתה. אפשרות אחרת היא לספק לתלמידים כלים, כגון מחשבים או חומרים כתובים, אשר יספקו לתלמידים פיגומים. במחקר הנוכחי, האינטראקציה הייתה בין התלמיד והמחשב או החומרים הכתובים. כיוון שכלים חיצוניים אינם כוללים דינמיקה של מבוגר-ילד, או אפילו אינטראקציה בין עמיתים, אפשר לראות זאת כמטפורה מוגבלת של השימוש בפיגומים (Stone, 1998).

העלמה הדרגתית של פיגומים כתובים

למרות המחקרים שהראו כי העלמה הדרגתית של הנחיות מעודדת אחריות התלמיד, ברובם דובר על אינטראקציה מבוגר-תלמיד, כך שהייתה יכולה להיות התאמה אינדיבידואלית של הפיגומים. להנחיות כתובות אין את היתרון הזה, אך ישנן הוכחות לכך שהן מעצימות את הלמידה. לדוגמה, אחד היתרונות בהנחיות כתובות מתמשכות נראה במחקר בו עיצבו תוכנית לימודים התומכת בתהליכי חקר מדעי, מידול, מיומנויות קוגניטיביות וידע (White & Frederiksen, 1998, 2000). במחקר הראו כי תוספת של הנחיה לתהליך רפלקציה בו התלמידים העריכו את עבודתם בכל שלב בחקר, הגבירה את ההבנה של תהליך החקר. ממחקר נוסף עולה כי הנחיות כלליות לרפלקציה, המעודדות יותר אחריות לתלמיד בהגדרה הספציפית שלהן, היו יעילות יותר מאשר הנחיות ספציפיות מפורטות (Davis, 2003). דוגמה זו דומה לפיגומים הנעלמים בהדרגה בכך שמעודדת אחריות רבה יותר על התלמיד. מחקרים אחרים מראים כיצד הנחיות תומכות בבניית הסבר מדעי, כך שהתלמידים בנו טיעונים מבוססים על ראיות תומכות ומספיקות (Bell & Linn, 2000; Lee & Songer, 2004; Sandoval, 2003). במאמר הנוכחי בדקו האם ניתן לשלב תמיכה כתובה הנעלמת בהדרגה, עבור בנייה של הסבר מדעי ע"י התלמיד, כאשר אין אפשרות לאינטראקציות אינדיבידואליות.

עיצוב הפיגומים להסברים

כדי לעודד תלמידים להעמיק את החשיבה ולתרגם את מחשבותיהם בכתב, החוקרים פירטו לפנייהם את תבנית ההסבר. ההנחיות הכתובות כללו תמיכה כללית, ותמיכה ספציפית לתוכן. התמיכה הכללית התייחסה לטענה, ראיות והנמקה, וחזרה בכל מטלה. תמיכה זו סייעה



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוטי"ב

לתלמידים להבין את התבנית הבסיסית ללא קשר לתחום התוכן. התמיכה הספציפית לתוכן, אשר השתנתה בכל מטלה, נתנה לתלמידים רמזים בקשר למטלה, ואיזה ידע תוכן עליהם להשתמש או לשלב בהסבר שהם בונים. ההנחיות הללו נבנו כך שעם השימוש בהן התלמידים יבינו את התבנית הקבועה להסבר מלא (המרכיבים הממוסגרים בדוגמה), כפי שמופיע בדוגמה בתרשים 1.

הליך המחקר כלל שתי קבוצות: האחת קיבלה הנחיות מפורטות לאורך כל משך הפעילות, והשניה קיבלה הנחיות שמצטמצמות לאורך הפעילות. מבנה ההנחיות מופיעה ב



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוטי"ב

טבלה 1.

כתוב הסבר מדעי אשר עונה על השאלה: האם מסמר ומפתח ברגים הם אותו החומר או חומרים שונים?
טענה (כתוב משפט המצהיר האם מסמר ומפתח ברגים הם אותו החומר או חומרים שונים)
שתי ראיות (הבא שתי ראיות התומכות בטענתך שמסמר ומפתח ברגים הם אותו החומר או חומרים שונים)
ראיה מס. 1
ראיה מס. 2
הנמקה (כתוב משפט המקשר את הראיות לטענתך שהמסמר ומפתח ברגים הם אותו החומר או חומרים שונים)

שם 1. דוגמה למטלה בצרוף הנחיות כתובות לכתיבת הסבר מדעי.

ת לתמוך בלמידת

התלמידים. אחד מהתומכים החברתיים החיוניים הוא המורה, לכן הפעילות פתחה בשיעור פתיחה מקדים בו המורה הסביר כיצד לבנות את ההסברים, לפני שהתלמידים קיבלו את הפיגומים הכתובים. המורה הדגים כיצד בונים הסבר מדעי על שאלה מסוימת. הוא הציג את הדרך הנכונה להציג הסבר מדעי, ולאחר מכן ניתח מספר דוגמאות אחרות. שלב זה איפשר לתלמידים הבנה ראשונית של מהו הסבר מדעי, כך שבהמשך, כאשר ניתנו להם הפיגומים הכתובים, הייתה להם כבר הבנה קודמת של מה צריך לבצע.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוטי"ב

טבלה 1. תיאור ההנחיות הכתובות בפיגומים המתמשיכים ובפיגומים המתפוגגים.

שלב	פיגומים מתמשיכים	פיגומים הנעלמים בהדרגה
שיעור פתיחה מקדים שלב 1	טענה (כתוב משפט המצהיר האם מסמר ומפתח ברגים הם אותו חומר או חומרים שונים?) שתי ראיות (הבא שתי פיסות נתונים אשר תומכות בטענתך אשר מסמר ומפתח ברגים הם אותו חומר או חומרים שונים) ראיה מס. 1 ראיה מס. 2 הנמקה (כתוב משפט אשר מקשר בין הראיות לטענתך כי המסמר ומפתח הברגים הם אותו חומר או חומרים שונים).	טענה (כתוב משפט המצהיר האם מסמר ומפתח ברגים הם אותו חומר או חומרים שונים?) שתי ראיות (הבא שתי פיסות נתונים אשר תומכות בטענתך אשר מסמר ומפתח ברגים הם אותו חומר או חומרים שונים) ראיה מס. 1 ראיה מס. 2 הנמקה (כתוב משפט אשר מקשר בין הראיות לטענתך כי המסמר ומפתח הברגים הם אותו חומר או חומרים שונים).
שלב 2	טענה (כתוב משפט המצהיר האם מסמר ומפתח ברגים הם אותו חומר או חומרים שונים?) שתי ראיות (הבא שתי פיסות נתונים אשר תומכות בטענתך אשר מסמר ומפתח ברגים הם אותו חומר או חומרים שונים) ראיה מס. 1 ראיה מס. 2 הנמקה (כתוב משפט אשר מקשר בין הראיות לטענתך כי המסמר ומפתח הברגים הם אותו חומר או חומרים שונים).	טענה (כתוב משפט אשר עונה לשאלה) ראיות (הבא נתונים אשר תומכים בטענתך) הנמקה (קשר בין הראיות והטענה)
שלב 3	טענה (כתוב משפט המצהיר האם מסמר ומפתח ברגים הם אותו חומר או חומרים שונים?) שתי ראיות (הבא שתי פיסות נתונים אשר תומכות בטענתך אשר מסמר ומפתח ברגים הם אותו חומר או חומרים שונים) ראיה מס. 1 ראיה מס. 2 הנמקה (כתוב משפט אשר מקשר בין הראיות לטענתך כי המסמר ומפתח הברגים הם אותו חומר או חומרים שונים).	זכור לכלול טענה, ראיות והנמקה.

המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, קריית הטכניון חיפה 32000
טלפקס: 04-8292163 כתובת לפניות בדוא"ל: mutavc@tx.technion.ac.il כתובתנו באינטרנט: mutav.org.il

מרכז מורים ארצי למורי מוטי"ב. הפרויקט מבוצע ע"י מוסד הטכניון, עפ"י מכרז 6/1.07
הפרויקט מבוצע עבור האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים, המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוטי"ב

הקשר בין הסבר ותוכן מדעי

במחקר נבדקו יכולות התלמידים לבנות הסבר מדעי, וכן ההבנה שלהם בתוכן המדעי. ללא ההבנה בתחום התוכן, לא יוכלו התלמידים לבנות הסבר מדעי נכון. במאמר מתוארות שתי דרכים למתן הנחיות כתובות – האחת מתמסכת, הכוללת תמיכה מפורטת עבור כל חקר, והשנייה מתפוגגת, בה רמת פירוט הולכת ומתמעטת. שאלת המחקר הייתה: האם שתי הדרכים לתמיכה כתובה משפיעות באופנים שונים על הסברי התלמידים לאורך היחידה?

שיטות

כדי להעריך את הלמידה, נבדקו דפי החקר של התלמידים, ומבחנים לפני היחידה ולאחריה. הציונים להסברים ניתנו בעזרת מחוון הסבר בסיסי (ר' טבלה 2), אשר מיועד למתן ציון על פעילויות חקר בתכנים ומטלות לימודיות שונות.

טבלה 2. מחוון להערכת הסברים מדעיים שנכתבו ע"י התלמידים.

רמה			מרכיב
2	1	0	
טענה הכרזה או מסקנה העונה על השאלה המקורית	אינו מציג טענה או מציג טענה לא מדויקת	בונה טענה מדויקת אך לא שלמה	בונה טענה מדויקת ושלמה
ראיות נתונים מדעיים אשר תומכים בטענה; הנתונים צריכים להתאים ולהספיק כדי לתמוך בטענה	אינו מספק ראיות או מספק ראיות שאינן מתאימות (ראיות שאינן תומכות בטענה)	מספק ראיות מתאימות אך לא מספיקות כדי לתמוך בטענה; כולל גם ראיות שאינן מתאימות	מספק ראיות מתאימות ומספיקות כדי לתמוך בטענה
הנמקה הצדקה אשר קושרת את הטענה והראיות, ומראה מדוע הנתונים נחשבים כראיות התומכות בטענה בעזרת עקרונות מדעיים מתאימים ומספיקים.	אינו מספק הנמקה או מספק הנמקה שאינה קושרת בין הראיות והטענה	מספק הנמקה הקושרת בין הטענה והראיות; חוזר על הראיות ו/או כולל חלק מהעקרונות המדעיים אך לא מספיק	מספק הנמקה אשר קושרת בין הראיות והטענה; כולל עקרונות מדעיים מתאימים ומספיקים

המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, קריית הטכניון חיפה 32000
טלפקס: 04-8292163 כתובת לפניות בדוא"ל: mutavc@tx.technion.ac.il כתובתנו באינטרנט: mutav.org.il

מרכז מורים ארצי למורי מוטי"ב. הפרויקט מבוצע ע"י מוסד הטכניון, עפ"י מכרז 6/1.07
הפרויקט מבוצע עבור האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים, המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוטי"ב

תוצאות המחקר ודין

תוצאות המחקר, כפי שבאו לידי ביטוי בתוצאות מבחנים מסכמים בכתב, שנערכו לתלמידים ובהם כל תלמיד התמודד לבדו מול המטלה, הראו כי הנחיות כתובות הנעלמות עם הזמן (מתפוגגות), אשר כוללות הסברים ספציפים לתוכן יחד עם הסברים כלליים, מציידות את התלמיד בכלים המסייעים לו בכתיבת הסברים מדעיים, גם כאשר לא ניתנות לתלמיד הנחיות כלל. מכאן הסיקו כי למרות שתמיכה כתובה אינה מספקת את ההתאמה האישית המתאפשרת באינטראקציה פנים אל פנים של אחד על אחד, עדיין היא יכולה להוות פיגומים יעילים בסביבות למידה מורכבות.

כאשר נבחנה השפעת הפיגומים הללו בכיתה (לעומת המבחן המסכם), לא נצפה יתרון משמעותי להנחיות המתפוגגות לעומת ההנחיות המתמשכות. החוקרים מסבירים זאת בכך שהסביבה הלימודית בכתה, מציעה תמיכות נוספות. הכיתה, המורכבת ממגוון תלמידים, כלים שונים ומורים הפועלים יחד, מהווה מערכת התומכת בלמידה של התלמיד. למשל, השיעור המקדים, בו המורה הסביר על תבנית ההסבר, השפיע רבות על הצלחת התלמידים בכתיבת הסברים מדעיים.

דבר נוסף שעלה מתוך הממצאים הוא השפעת הפיגומים המתפוגגים על הצלחה במבחנים המסכמים, שבוצעו לאחר לימוד היחידה. תלמידים אשר קיבלו את הפיגומים הנעלמים בהדרגה, קיבלו ציונים גבוהים יותר עבור מרכיב ההנמקה שבהסבר המדעי, מאשר תלמידים אשר קיבלו הנחיות מתמשכות. החוקרים מסבירים זאת בכך שזהו המרכיב הקשה ביותר לביצוע ע"י תלמידים, וכאשר ההנחיות נמוגו, התלמידים אולצו לבדוק שוב מה עליהם לעשות כדי להשלים את מרכיב ההנמקה. דבר זה הקשה על המשימה בטווח הקצר, אך עודד הבנה של התלמידים ועצמאות, בטווח הרחוק. נראה גם קשר ישר בין הידע התוכני ורמת ההסברים.

דבר נוסף שעלה מתוך המחקר, הוא חשיבות המילים הנבחרות להיכלל בהסברים של התבנית. החוקרים השתמשו במילה "קשר" על מנת לפרט את מרכיב ההנמקה ("כתוב משפט אשר מקשר בין הראיות לטענתך"), אך לאור התוצאות הם חושדים כי התלמידים לא הבינו את המילה הזו כפי שהתכוונו אליה החוקרים, על כן יש לשים לב גם לנקודה זו כאשר מנסחים את הפיגומים.

כאשר תלמידים מתעמתים עם מדע בחיי היומיום, המטלות אינן פשוטות, ואין להם תמיכה המפחיתה את רמת הסיבוך של המטלה, או מספקת את הרציונל של מרכיבי החקר. על כן,



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוט"ב

כדי להכין את התלמידים למצב הזה בעולם האמיתי, חומרי הוראה צריכים להעלים את התמיכה לקראת סיום תהליך הלמידה.

מקורות

- Bell, P., & Linn, M. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the Web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22, 797–817.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (2001). Models of data: A theory of how people evaluate data. *Cognition and Instruction*, 19, 323–393.
- Chinn, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 109–138.
- Davis, E. A. (2003). Prompting middle school science students for productive reflection: Generic and directed prompts. *The Journal of the Learning Sciences*, 12, 91–142.
- Hogan, K., & Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of students and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 663–687.
- Hogan, K., & Pressley, M. (1997). *Scaffolding student learning: Instructional approaches and issues*. Cambridge, MA: Brookline Books.
- Koslowski, B. (1996). *Theory and evidence: The development of scientific reasoning*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- van Eemeren, F. H., Grootendorst, R., Henkemans, F. S., Blair, J. A., Johnson, R. H., Krabbe, E. C. W., & Lee, H.-S., & Songer, N. B. (2004, April). *Longitudinal knowledge development: Scaffolds for Inquiry*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153–191.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 994–1020.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513–536.
- Sandoval, W. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *The Journal of the Learning Sciences*, 12, 5–51.
- Sandoval, W. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *The Journal of the Learning Sciences*, 12, 5–51.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23, 23–55.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים



מיטב
מרכז המורים הארצי
למורי מוט"ב

- Stone, C. A. (1993). What is missing in the metaphor of scaffolding? In E. A. Forman, N. Minick, & C. A. Stone (Eds.), *Contexts for learning: Sociocultural dynamics in children's development* (pp. 169–183). New York: Oxford University Press.
- Stone, C. A. (1998). The metaphor of scaffolding: its utility for the field of learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 31, 344–364.
- van Eemeren, F. H., Grootendorst, R., Henkemans, F. S., Blair, J. A., Johnson, R. H., Krabbe, E. C.W., et al. (1996). *Fundamentals of argumentation theory: A handbook of historical backgrounds and contemporary developments*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. London: Cambridge University Press.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89–100.
- White, B., & Frederiksen, J. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16, 3–118.
- White, B., & Frederiksen, J. (2000). Metacognitive facilitation: An approach to making scientific inquiry-accessible to all. In J. Minstrell & E. v. Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 331–370). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.