



אלי שלו | מורה לפיזיקה ומוביל פדגוגי של מרכזי שוורץ/רייסמן לחינוך מדעי.
זים חינוכי במערכת הציבורית.
פרס עמוס דה-שליט, 2006.
פרס טראמפ להוראה איכותית, 2014.

מורים צריכים לשאוף להיות אומנים, גם במקצועות מדעיים

הסיכוי שנצליח לשבות את ליבם ואת מוחם של תלמידים עם רעיון מסוים יגדל מאוד אם נדע להגישו כסיפור. אלי שלו הוא מורה לפיזיקה, אבל לא פחות חשוב מכך – סוכן תרבות

1. אנחנו, המורים, בעסקי ההשפעה.

ההצהרה הזאת, מלבד היותה משפט פתיחה לא רע, מעניקה לנו הילה של חשיבות. גם מנהיגים ופילנתרופים בעסקי ההשפעה. במורד הדירוג התדמיתי של העוסקים בהשפעה נמצאים פרסומאים ואנשי שיווק. עוד יותר למטה נמצאים גם הנוכלים, אומני "העוקץ". אם נעלה שוב למעלה נפגוש סופרים, חוקרים, יזמים, הורים לילדים – ההשפעה – פנים רבות לה.

2. השפעה היא פעולה המכוונת לאדם. התוצר של השפעה אינו מוצר אלא

רעיון שקונה אחיזה במוחו ובנפשו של המושפע. אילון מאסק, לדוגמה, אינו משיפן משום שהוא מייצר מכוניות חשמליות או משגר לוויינים המסוגלים לנחות חזרה, אלא כי "אילון מאסק" כמותג מייצג גישה שונה, הרפתקנית ומרעננת. האיש הוא סיפור מעולה.

3. המשוואה "מכונית חשמלית = קדמה" היא גם עובדה (קודם היו רק מכוניות מבוססות מנועי בעירה פנימית), אבל

היא בעיקר סנטימנט. "קדמה" היא מילה שמטענה העיקרי הוא חיובי. לעומת זאת, מוצר המזוהה עם השלילי יתואר בעזרת משוואות אחרות. נסו להשלים בעצמכם: פלסטיק = ?, פייסבוק = ?. מוצר שהפך למונת מוצמד לרעיונות שאנו סופגים והופך להיות חלק ממרקם **התרבות**.

4. התרבות אינה סטטית אלא משתנה. שינוי תרבותי מתרחש כשמוכרע מאבק בין רעיונות. מה נדרש כדי שרעיון

ידיבק אדם, או כדי שידביק מספיק בני אדם, כך שיחולל שינוי תרבותי?

5. מפתה להשוות את מרחב הרעיונות המתחרים ביניהם לגנום. יש הקוראים למרחב הרעיונות הזה איידום – הכלאה בין

genome-ל ideas. חלק מהרעיונות הגדולים, המתחרים על נשאים, נקראים אידאולוגיות.

מתמטיקה? אידאולוגיה!

6 חוקר החינוך צבי לם עסק רבות בחקר אידאולוגיות. לפי לם, אידאולוגיה היא מערך הכרתי שאדם מפעיל כאשר מתקיימים התנאים הבאים: (1) נדרשת פעולה (2) קיימות מספר אפשרויות פעולה (3) אין דרך סבירה להחליט מי מהן מיטבית. בתנאים אלו, אידאולוגיות יכולונו את הבחירה.

7 האמת המפתיעה היא שהתנהלותנו בכיתות מכוונת בחלק ניכר מהזמן על ידי אידאולוגיות: אני עומד מול תלמידיי, מבקש להעביר נושא מסוים ולצורך כך נדרש שאפועל. האפשרויות רבות: אני יכול להרצות, לשאול שאלות ולקבל תשובות שיוליכו למסקנה הרצויה, לבצע הדגמה עם פריט ציוד ולנתח אותה, אני יכול לשלוח אותם לקרוא, להציג סרטון, להתחבר לסימולציה ממוחשבת – קיימות דרכים רבות ויש צורך הכרחי לקבל החלטה. אין גוף ידע חיצוני שיגיד לי מה עדיף; מחקרים בהוראת המדעים מראים, במקרה הטוב, שאם נעשה א' אז התוצאה היא ב' – ותו לא. אני בוחר. מה הניע את הבחירה שלי? אידאולוגיה חינוכית שאני מחזיק בה. האם אני מודע לה?

8 מטרת החינוך היא להשפיע על הלומדים. במה ייבדלו אידאולוגיות חינוכיות שונות של מורים? לם מזהה שלוש אידאולוגיות-על חינוכיות: סוציאליזציה, אקולטורציה ואינדיבידואציה. למה שואפת כל אחת מהן?

9 **סוציאליזציה** מבקשת לגרום ללומד להיות אזרח מועיל בחברה, מכיר עמו ומולדתו, רוכש כבוד למוסדות ולסמלים וצייתן במידה. המורה הדוגל בסוציאליזציה (גם אם אינו יודע זאת) יבקש שתלמידיו יסיימו את חוק לימודיהם עם גוף ידע מוסכם. לעיתים קרובות הוא ישתמש

בביטוי "לא יעלה על הדעת שלא..." (שלא ידעו את מילות ההמנון, שלא ידעו מהו חוק הכבידה וכד'). קיימים מוסדות שתפקידם לקבוע את גבולות גוף הידע הזה. המורה הוא נציגם. תלמידיו פונים אליו, לפסיקתו ולהכרעתו, ואילו הוא פונה אל הדרגים הגבוהים – מזל שישי מפי"ר. יית וועדת מקצוע!

אם קראתם טון מעט ציני בפסקה הקודמת אבקש לפוגג אותו מייד: כל חינוך מקצועי הוא סוציאליזציה. קחו, למשל, את לימודי הרפואה. אין, ואבוי אם יהיה, חופש בהגדרת לימודי האנטומיה. פרח הרפואה לומד ונחנך אל תוך גוף ידע מוסכם. אם ירצה לפרוש כנפיים ולחרוג, הדבר יתאפשר לו (אולי) רק כשהיה מומחה.

הסוציאליזציה לא יכולה לקבל ערעור סמכות (שוב, חשבו על רופא שהחליט שלימודי אנטומיה לא חשובים). אין סימטריה בין המלמד ללומד והמידע זורם בכיוון אחד בלבד – מהמורה לתלמיד. הכיתה מאורגנת בהתאם: המורה עומד, התלמידים יושבים. המורה פעיל (נע, מדבר, כותב), התלמידים סבילים (אולי כותבים). כדי לשאול שאלה יש לקבל רשות דיבור. דיבור בין הלומדים ייחשב כעבירת משמעת, כך גם חלום בהקיץ. על המורה לוודא כל העת שמתרחשת זרימת מידע ממנו אל התלמידים ושערוצי הקליטה שלהם לא נסתמים. כדי לוודא שהמידע החיוני נקלט, אחת לכמה זמן הלומדים נדרשים להוכיח למורה שהם "קלטו" ("עיקלו"/שינוו) למדו את הנדרש. הסיטואציה הזו היא טקסית והרת גורל והיא חייבת להיות אינדיבידואלית – העתקה היא עבירת משמעת חמורה.

אקולטורציה או בתרגום חופשי – תירבות, מבקשת להביא את הלומד להיות בן בית בתרבות. כזה המכיר את נבכיה ורגיש לניואנסים, יודע לקשור הקשרים ולטעון מכיוונים שונים. הלומד המוצלח יהיה זה שיניע בתורו את התרבות קדימה: ייצר רעיונות חדשים, המגיעים מהעבר ושלוחים אל העתיד.

המורה הטוב, בגישה זו, הוא מעין דמות מופת שתהדהד אצל הלומדים גם אחרי שיסיימו את חוק לימודיהם.

האקולטורציה תבקש שהלומד יהיה פעיל ככל הניתן. הוויכוח והדיון הוא לחם חוקה (כי ככה רעיונות נלחמים זה בזה). אין הנחות מידע מלמלה, אין "מדענים הוכיחו ש...". הרעיונות הרי נולדו מתישהו, בקעו מהקשר כלשהו, בואו נעקוב אחריהם. ננסה לשחזר אותם בכוחות עצמנו. האקולטורציה תבקש רפלקטיביות גבוהה, תשאל איך אני יודע את אשר אני יודע ומהו מקור הסמכות. הכיתה תהיה תוססת ורועשת. מקורות הסמכות הם התרבות ותוצריה, לא המורה ומשרד החינוך. לפיכך, טקסטים וניסויים יהיו נפוצים הרבה יותר אצל המורה האקולטורטור.

אינדיבידואציה מבקשת להכשיר את הלומד להיות אדם עצמאי ושלם, מודע לעצמו ומניע את עצמו. הלומד המוצלח יפעל מתוך מניעים פנימיים ויעסוק במה שמעניין אותו - אין ולא יכול להיות גוף ידע אחד המתאים לכולם. המורה המחזיק באידאולוגיה זו יהיה חונך/מאפשר/מדריך/מסייע. שחקן משנה.

האינדיבידואציה, המבקשת לומד עצמאי ומונע פנימית, לא תחייב, במיטבה, דבר. היא תייצר סביבה עשירה בגירויים ותומכת ותראה הזדמנויות למידה בכול. המורה והתלמיד עומדים על אותו רף אנושי - הם שווים ואין הסמכות מושקעת באיש מהם. יתרונו של המורה - ניסיונו. ויש שאף הוא לא רלוונטי. או-אז הוא הופך למלווה בתלם שהמורה והתלמיד חורשים יחד. כך הרבה יותר נעים ובדרך זו מתפתח ביטחון בסיסי באדם.

תאמרו: אבל מתמטיקה היא מתמטיקה! טריגונומטריה היא טריגונומטריה! איך האידאולוגיות קשורות לעניין? על כך יענה צבי למ, ואני אחרי - זה לא התוכן שמצביע על עמדתו של המלמד אלא התנהלותו ובחירותיו.

הדרך שבה בוחר המורה ללמד תעיד על האידאולוגיה שבה הוא אוחז.

נציץ בשיעור פיזיקה, כפי שהוא עשוי להיות מנוהל בכל אחת מהגישות. הנושא: תנועה הרמונית.

סוציאליזציה: המורה כותב על הלוח הגדרה, מפתח את התיאוריה, מדגים פתרון תרגיל פשוט, שולח את הכיתה לתרגל פתרון תרגיל דומה, עוזר למתקשים ונותן שיעורי בית מסוף פרק הלימוד. ניסוי בתנועה הרמונית, אם ייעשה, יתרחש בסוף לימוד הפרק - אחרי שהתלמידים הפנימו את התיאוריה. לניסוי יהיה תדריך - רשימת הוראות ביצוע - כדי להבטיח את הצלחתו. התלמידים יידרשו להגיש דו"ח ניסוי מסכם. גם לדו"ח זה יהיה מבנה מוגדר ומוכתב. אין להעתיק את הדו"ח, שכן מדובר בעבירת משמעת חמורה. אם מפאת קורונה או מיקוד יחליט המפכ"ר שהפרק אינו לבחינת הבגרות, רבים הסיכויים שלא יילמד כלל, גם אם הוא בעל חשיבות למבנה הדעת.

זה לא התוכן שמצביע על עמדתו של המלמד אלא התנהלותו ובחירותיו. הדרך שבה בוחר המורה ללמד, תעיד על האידאולוגיה בה הוא אוחז

אקולטורציה: הנושא נפתח בדיון כללי על תנועות. מחפשים יחד הגדרה ל"תנועה". מספקים דוגמאות, מבקשים להכליל. מתכנסים לנתח את התנועה הפשוטה מכולן, כי זה מה שפיזיקאים עושים. חוקרים אותה בעזרת ניסוי

(שימו לב למקומו השונה ברצף של ההוראה). השאלות התיאורטיות עולות מהניסוי, לא מספר הלימוד או מהלוח. מתבלים עם סרטונים וטקסטים מהעבר כדי להעשיר ולספק הקשרים. התלמידים עובדים בצוותים, המראה מזכיר חברותא. מקור הידע והסמכות הוא תוצאות הניסוי. בהיעדר ניסוי אפשרי, המורה יסרב להגיד מה נכון או לא ויאפשר לתלמידים להעלות שאלות ולנסות לשכנע זה את זה בצדקת טיעוניהם: שוב, כי זה מה שפיזיקאים עושים. האקולטורטור מוביל את קבוצתו לחקות את תהליכי התקבלות הרעיונות בתרבות המדע.

אינדיבידואציה: הכול, א-פריורי, אפשרי. אולי הכיתה יוצאת לגן שעשועים כדי ללמוד על המתקנים ומישהו מחליט לחקור את הנדנדות? אולי עוסקים ברעיונות גדולים במדע ומישהי שמה ליבה לגלילאו גליליי ומתחילה את מסעה משם? התוצר יכול להיות ניסוי, מודל, תוכנת מחשב, עבודה בהיסטוריה. כל לומד ונתיבו.

11
אם כך, מדוע לא גם וגם וגם? לנקוט פעם באידאולוגיה כזו ופעם באחרת? הדבר בלתי אפשרי, שכן האידאולוגיות הללו מוציאות זו את זו. מה שייחשב כעבירת משמעת באחת ייתפס כהתנהגות רצויה באחרת; הדרישות מהלומד יהיו שונות בתכלית. אם ננסה "גם וגם" נפגין התנהגויות סותרות ונבלבל את תלמידינו.

הכי טוב שמורה יכול לעשות, אומר למ, הוא לדעת לאיזו אידאולוגיה נוטה ליבו ולהיות מודע לקיומן של אידאולוגיות מתחרות. ואני אוסיף - רוב הזמן איננו מודעים אליהן כלל.

אך מאחר שעבודת ההוראה דורשת קבלת החלטות אין סופית, יש חשיבות גדולה לכל מורה לדעת מהי האידאולוגיה שבה הוא מחזיק. נסו לבדוק את מספר הפעמים שבהן אתם משתיקים את תלמידיכם, באילו מקרים ובאיזה אופן. טמונים שם רמזים.



צילום: אוסף התצלומים הלאומי

זה כל הסיפור

12

אם אנחנו בעסקי ההשפעה, טוב שנדע מהם מנופי ההשפעה על אנשים. אין כוונתי לפעולות קצרות טווח, ולכן אינני שואל מה יביא תלמידים להכין שיעורי בית, ללמוד למבחן או "להתנהג יפה" בכיתה. כל הפעולות הללו אינן המטרות אלא האמצעים להשגת ההשפעה ארוכת הטווח שלה אנו מייחלים.

די ברור למה אנשים לא מגיבים. בראש ובראשונה - לנתונים. תקופת הקורונה הדגימה זאת היטב. סט נתונים, אם אינו משתלב במערך ההכרתי הקיים, ייחשד כמוטה/חלקי/מניפולטיבי/כזה שלא אומר כלום. זו כנראה גם הסיבה שהמדע קשה ללמידה לכל כך הרבה אנשים: יש בו דגש רב על נתונים ודרך ניתוחם. לא בדיוק הנתוב המהיר להטמעה במוח האנושי.

כמו כן, אנשים לא מגיבים טוב לאיומים, לפחות במשטר שבו אנו חיים. משטר הדוק מדי יביא לאנטגוניזם, לדחייה וליצירת סטריאוטיפים לעגניים. לא בדיוק הנתוב היעיל לקבלת הרעיונות שאנו מבקשים להקנות.

מנגד, הנה שני דברים שאנשים מגיבים אליהם חזק ובאופן חיובי: (1) **דמויות כריזמטיות** (2) **סיפורים**. שניהם נטועים חזק בעולמות הרגשיים ופחות באלה הקוגניטיביים.

13

מורים כריזמטיים יכולים לחולל פלאים. מהי כריזמה? היא לא יפי תואר (למרות שזה עוזר); היא לא רהיטות שפה או וירטואוזיות טיעון (גם זה עוזר); היא לא נגזרת ישירות ממומחיות, מכוח, ממעמד חברתי. בבסיסה, כריזמה היא עסקה רגשית בין המוביל למובל, המשפיע למושפע: תן לי את אהבתך ואת אמונך וצעד אחריי ללא ערעור, ובתמורה אתן לך ביטחון רגשי ועוצמה של "ביחד". כריזמה עובדת, אך קשה לראות כיצד היא מתיישבת עם אינדיבידואליזם למשל, שבה הפוקוס הוא על פיתוח אישיות עצמאית של

התלמידים. יתרה מכך, משפיעים כריזמטיים יכולים להניע המונים לכיוונים לא רצויים כלל. בנוסף, נסכים על כך שלא כל המורים כריזמטיים.

דוגמאות לדמויות כריזמטיות בתרבות הן החלילן מהמלך, דוד המלך, צ'רציל, וכן - גם היטלר; מנגד, דמויות רבות השפעה אך נטולות כריזמה בתרבות הן למשל משה רבנו, ורטר הצעיר (מספרו של גתה) ומרסו (גיבור הספר "הזר" של אלבר קאמי).

14

סיפורים הם הכלי המרכזי ללמוד ולהקנות רעיונות. חשבו על התפתחותנו האבולוציונית, על הדרך שבה הפכנו להיות מי שאנו. הכתב חדש יחסית, ידיעת הקרוא וכתוב צעירה עוד יותר. המדע מבוסס הנתונים הוא עולל של ממש. לאורך רוב ההיסטוריה האנושית המידע עבר דרך סיפורים. כך אנו מגדלים את ילדינו הרכים, כך הם רוכשים את השפה, את ההיגיון הפנימי שלה ואת ההיגיון הפנימי של ההורים והחברה. עיתונאי טוב מביא "סיפור" ולא "מידע". ואז באים אנו, מורי המדעים. הסיכוי שצולח לשבות את ליבו (ומוחו) של תלמיד עם רעיון מסוים יגדל מאוד אם נדע להגישו כסיפור.

15

כמה נקודות חשובות לגבי סיפור טוב: // בסיפור יש עליילה, תנועה ושינוי. הקצב יכול להיות מהיר או איטי, מפורש או מרומז. העיקר שמשהו קורה. המוח של השומע (לומד) מבקש לפענח את המתרחש (גם כשעל תשומת ליבו מתחרה שכנתו לשולחן בכיתה). // למי קורה מה שקורה? **לכני אדם**. גם אם מדובר בפנטזיה, במדע בדיוני, או במלחמות כלבים בחתולים, המוח האנושי יודע לקלף את המעטה ולשייך זאת ליום יום האנושי. // בסיפור יש חלקים שאינם ידועים, בכוונה תחילה, כדי שהשומע יוכל להציב את עצמו בתוכו ולהשלים את החסר מתוך עצמו. קוראים לזה מעורבות, והמעורבות החזקה ביותר היא רגשית. // בסיפור, נתונים מהעולם האמיתי לא חשובים,

שכן הם לא יעוררו תגובה רגשית. מה שחשוב זה עקביות - שדבר יוליך לדבר באופן חלק. חשבו על הסרטים שראינו ושקענו לגמרי בתוכם, על הספרים שקראנו. "זה אמיתי?" היא שאלה לא רלוונטיות.

עלינו, המורים, ללמוד לארוג את מסרינו ואת רעיונותינו (כולל הנתונים שהמדע כה מתגאה בהם) לכדי סיפור.

16

בסופו של דבר, מי מכריע מי מהרעיונות השונים יתקבל ומי יידחה? מוחו של הלומד. דמיינו תלמיד תיכון במערכת החינוך הישראלית: 35-55 שעות לימוד פרונטליות בשבוע, עשרות מורים חלפו על פניו, הלומד ישוב על כיסאו 12 שנה וסביבו קרוסלה של מורים ודיבורים. מה מהם ישתרש במוחו וינבט?

17

הכי חשוב: מורים המבקשים להיות מפיצי-על של רעיונותיהם צריכים לשאוף להיות אומנים. מורים-אומנים. לא די לדעת את הפיזיקה הרלוונטית; לא די לדקלם מרשמים פדגוגיים ולצייד את התלמידים במתכונים להצלחה בבגרויות. עליכם להפוך להיות מספרי סיפורים המשרתים את מטרותיכם. לשם כך: // לימדו מודלים תיאורטיים מתחומי מדעי החברה והרוח על מה שמעורר עניין באנשים. אספו אנקדוטות מחייכם המדגימות את הרעיונות שאתם מבקשים ללמד. אם אין - המציאו אנקדוטות שיכולות היו להתרחש. הביאו אותן לקהל שומעים, הם מתים על סיפורים כאלה. // שאלו שאלות שיש להן יותר מתשובה אפשרית אחת ותנו לתלמידים להתווכח מי הנכונה. במקום לפתור שאלה מספר הלימוד על הלוח, בנו אותה במציאות ושאלו מה יקרה. **צרו דרמה** בכל מקום אפשרי. // ארגו הכול לכדי סיפור המשכי. אל תכתבו כותרות בתחילת שיעור, אל תחלקו את התוכן לנושאים. החשיבה המדעית, בהתפתחותה,

לא עסקה ב"נושאים" אלא בשאלות שנבעו משאלות קודמות. ה"נושאים" ואחריהם ה"מקצועות" נוצרו רק כי משהו מאוחר יותר ביקש "לעשות סדר", להגיש ולהבהיר מה **לדעתו** צריך ללמד ולדעת.

הפרובוקציה

18

אני מאמין באמונה שלמה **שהסוציאליזציה**, המוכתבת מלמעלה בשם סמכות ממסדית כזו או אחרת, אינה מיטבית עוד ברמת התיכון. אני מגדיר עצמי כסוכן תרבות, כמי שאחראי להביא בפני תלמידי תיכון בחטיבה העליונה הצצה אמינה לתחום הדעת האנושי הנקרא פיזיקה. לשם כך, עליי להציג בפניהם מהו הדבר שאנשים העוסקים בפיזיקה עושים.

19

האנשים העוסקים בפיזיקה **לא** מגיעים למשרד, שולפים ספר מהמדף, מדפדפים לסוף הפרק, פותרים שאלה סינתטית ומדפדפים כמה עמודים קדימה, לתשובות, לראות אם צדקו. הם לא פותרים בחינות משנים קודמות.

הם **כן** עושים שימוש בכלים מתמטיים וחשוביים, מודדים ומנסים להסיק מסקנות, טועים ומתייעצים, מתווכחים עם עמיתים, מחפשים מסגרות לדבר בהן על עבודתם בכדי לקבל משוב ולהיחשף לגישות ולמחשבות חדשות. לצד החשיבה הרציונלית, הם נותנים מקום לרגשות עזים. הניסוי הוא המכריע אם הם צודקים או טועים, ובהיעדרו - תכריע קהילת השווים שלהם. אין סמכות-על, אין שר-מדע המכריע במחלוקות, אין מפמ"ר. יית המתקנות. מבנה דו"חות.

כמורה, עליי לארגן את סביבת הלימודים ואת מבנה הלימודים של תלמידיי כך שיצליחו לחוות מכל אלה. עליי לחנוך אותם קצת לתוך עולמם של המדענים. מודה, ליבי עם האקולטורציה.



שלוש בעשר: שוק של רעיונות יצירתיים

20

אקולטוריסט שכמותי, אני נלהב מהאפשרות לשייף רעיונות זה על זה. הדבר אפשרי רק בגישה בסיסית של bottom-up. יש לשחרר את כוחות ההוראה המצוינים שיש לנו בפיזיקה (אני מניח שכך הדבר גם במקצועות מדעיים אחרים) מכבלים קשים מדי. אינני חושש מכך שאיכות ההוראה תרד. יתר על כן - רצוי שהפיתוח המקצועי ישנה את פניו ולא יעסוק רק בתחומי תוכן או במיומנויות מדעיות. יש מקום להכשרות "רכות": תיאוריות מתחום מדעי האדם, מדעי הרוח והתנסויות בתיאטרון ובציור. כל מה שתומך ביכולת להתחבר למוחו תאב הגירוי של האדם שמולנו. בחסות הקורונה אני רואה פריחה של יוזמות מורים שאינן מנוהלות מלמעלה. פרץ יצירתיות של ממש. אני מקווה שהוא לא ייחנק וימצא את ביטויו גם בהמשך. לשם כך נדרשות הבמה והיכולת ליצור "שוק" של רעיונות.

האם משרד החינוך, שבאופיו דוגל בסוציאליזציה, ירים את הכפפה? או שהתשובה תבוא מאיתנו, המורים? אולי נקים את **האיגוד העצמאי של מורי המדעים בישראל?** הגיע הזמן שנסדיר את עצמנו ונקבע תווי איכות לעבודתנו, כמו שעושים הרופאים והמדענים. במעשינו, נחשוף את תלמידינו לתרבות שעליה אנו אמונים. יהיה דרמטי. //

צילום: אוסף התצלומים הלאומי