

מצב הוראת הפיסיקה בישראל*

מאת: דוד זינגר

המחלקה להוראת המדעים מכון ויצמן למדע, רחובות

אבישי דאני ילידי אותה שנה, אבישי היה צעיר ממני בשלושה חודשים. במלחמת יום הכיפורים שירת אבישי כקצין במובלעת הסורית בצפון. אני שירתי כחובש קרבי בגשרים על התעלה בדרום, במקום שכונה על ידי החיילים בשם "חצר-מרות".

אבישי נפל במלחמה ועמו נפלו רבים אחרים. במותם צווינו, אנו הנותרים בחיים, לא רק לשמור על המדינה למענה נפלו, אלא לעמול, כל אחד בשטחו הוא, למען קידום המדינה והעלאת רמתה. אני מקווה, שבקבלת המילגה היום, יש בה כדי להעיד שאני עושה, או לפחות משתדל לעשות, למען קידום החינוך והמדע בארץ, ובזאת אני תורם את הלקי הצנוע לקידום המדינה והעלאת רמתה. אני מודה למשפחת בר-נר ולהנהלת הקרן על שמצאוני ראוי לקבלת המילגה.

אם מישהו מכם יאזין בלימים אלה לשיחה המתנהלת בין מורים ותיקים לפיסיקה, הוא ישמע כודאי שאלות בנוסח:

"איפה הם התלמידים ההם...?"

"איפה הם המורים ההם...?"

"מה יהיה על הוראת הפיסיקה...?"

תגובה, אולי טבעית, שלכם תהיה ודאי: זה טבעי, אנושי, שמורה ותיק יזכר בנוסטלגיה בלימים עברו, אז הוא היה צעיר, בריא, התעורר כבוקר ללא כאבי גב; הוא הזדקן בינתיים בעוד שתלמידיו נשארו בני אותו גיל, וכו' וכו'... אך אם תעמיקו לבדוק את טענות המורים תיווכחו לדעת שבדרך כלל הן נכונות. מצב הוראת הפיסיקה, וכנראה גם הכימיה, הוא בכי רע. הוא כה רע שלאחרונה הזדעקו גם האוניברסיטאות ובלחצן הקים שר החינוך ועדה שתיבדוק את המרחש בתחום הוראת מדעי הטבע בכתי הספר.

בהרצאתי אני עומד לא רק לתאר את המצב והקשה, אלא גם לנסות ולהסביר מהם הגורמים שהביאונו למצב זה. לכן, בתחילה ברצוני להדגיש כי אני מורה פעיל לפיסיקה. במשך 14 השנים האחרונות אני משלב את עבודתי כאן במחלקה

*דברים שנאמרו בהרצאה לזכרו של סרן אבישי בר-נר הי"ד שנפל בכ"ב תשרי, תשל"ד, במלחמת יום הכיפורים. ההרצאה ניתנה במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע באביב תשמ"כ.

להוראת המדעים עם עבודת הוראה בבית ספר תיכון חדש בחולון. כך שאני חש את שדה ההוראה על בשרי, מכיר את אוירת בית הספר, את הלך הרוחות בקרב תלמידים, מורים ומנהלים, את המגבלות והאילווצים עמם חייב המורה כשדה להתמודד יום יום שעה שעה.

- הנתונים המספריים שיובאו במהלך ההרצאה הם משני מקורות:
- א. סקר שערכתי יחד עם ד"ר בת-שבע אילון בשנת הלימודים תש"מ⁽¹⁾.
 - ב. השנתון הסטטיסטי לישראל 1980⁽²⁾.

בשנת הלימודים תש"מ הוחלט במחלקה להוראת המדעים לערוך סקר על מצב הוראת הפיסיקה בישראל. נשלחו שאלונים אל כ-550 מורים לפיסיקה ששם הופיע בכרטיס שבידינו או ברשימה שבידי המפמ"ר על הוראת הפיסיקה במשרד החינוך והתרבות. בשאלונים אלה נתבקשו המורים לדווח על עצמם (מין, מוצא, השכלה וכו'), על עבודתם (היקף משרה, מקצועות הוראה, תפקידים בבית הספר וכו'), על תוכניות הלימודים וספרי הלימוד לפיהם הם מלמדים, על המעבדה ומקומה בהוראה, על הציוד במעבדה, על הציוד האור קולי ושימושיו ועוד.

השאלה הראשונה שכודאי תשאלו היא, האם 550 המורים האלה הם כל המורים לפיסיקה בארץ, רובם, או חלקם הקטן. וככן, אין בידי מספר מדויק של המורים לפיסיקה אך אני יכול לתת הערכה טובה למדי. בשנת תש"מ היו בארץ 477 בתי-ספר תיכוניים ו-248 חטיבות ביניים, מאחר ורוב חטיבות הביניים צמודות לחטיבה העליונה הרי שרובן כלול במספר 477. למספר זה יש להוסיף רק את חטיבות הביניים העצמאיות שמספרן כמה עשרות בלבד. כלומר, בתש"מ היו 500 בתי ספר בקירוב. אם נניח כי בכל בית ספר יש בממוצע 2 מורים לפיסיקה (לאו דווקא במישרת מלאה) יוצא שבשנה הלימודים תש"מ היו כ-1000 מורים לפיסיקה. אצלנו ואצל המפקח היו דשומים רק כמחצית ממספר זה והשאלה המתבקשת "היכן החצי השני?"

לדעתי, שתי סיבות עיקריות לכך שמספר כה רב של מורים אינו רשום אצלנו או אצל המפקח:

- א. מורים מזדמנים.
- ב. מורים בבתי ספר מקצועיים.

מורים מזדמנים: המחסור במורים לפיסיקה

בקבוצת המורים המזדמנים אני כולל:

1. סטודנטים (בעיקר להנדסה, לאלה הלומדים פיסיקה בדרך כלל אין זמן לחלטורות).
 2. מהנדסים המתקשים למצוא עבודה.
 3. מורים לטחמטיקה, כימיה, אלקטרוניקה ואף ביולוגיה המנודכים על-ידי הנהלות בתי הספר ללמד פיסיקה בכיתה אחת או שתיים.
- המורים המזדמנים מעדיפים שלא להיות רשומים אצלנו או אצל המפקח מכיוון שהם רואים את המצב בו הם נמצאים כזמני כלכד וחוסר הקשר נוח להם מכאן שהוא מאפשר להם ללמד ללא ניקורת או פיקוח.

הסיבה לקיומם של המורים המזדמנים הוא לדעתי המחסור החמור במורים לפיסיקה. כמצב כזה של מחסור עומדות בפני מנהל בית הספר שתי אפשרויות: האחת לומר, אין לי מורה ועל כן בבית ספרי לא ילמדו פיסיקה. השניה פופולרית יותר בקרב המנהלים והיא, להעסיק סטודנטים או לחייב מורים למקצועות אחרים ללמד פיסיקה בתיקווה שהם כבר יסתדרו.

המחסור במורים לפיסיקה אינו נחלתנו בלבד; גם בארצות אחרות כגון אנגליה וארה"ב שורר מחסור במורים לפיסיקה. באנגליה מדווח על מחסור ב-300 מורים לפיסיקה בקירוב ועל כך כי כ-1500 משרות מאוישות על ידי אנשים שאין להם הכשרה מלאה להוראת הפיסיקה⁽³⁾.

נשיא ארגון מורי הפיסיקה בארה"ב כותב במאמר מערכת⁽⁴⁾ בבטאון הארגון "The Physics Teacher", כי מאחר וגזע המורים לפיסיקה הולך ונכחד כדאי להכריז עליהם כעל "בעל חיים מוגן". בחוברת אחרת של הירחון מסופר כי סניף ארגון מורי הפיסיקה בטקסס החליט להעניק פרס למורה המצטיין לפיסיקה. לארגון הגיעו המלצות על 5 מורים מעולים. כאשר הגיע הזמן להכריע מי מביניהם יקבל את הפרס יצר סניף הארגון קשר עם חמשת המורים הנ"ל והתברר ששלושה מהם עזבו בינתיים את ההוראה.

העובדה כי קיים מחסור במורים לפיסיקה גם באנגליה וכארה"ב אין בה כדי לנחם אותנו, מה גם שכדרך כלל בשטחים רבים בחינוך יש פיגור של כחמש שנים בין המתרחש בארץ והמתרחש בארה"ב, והנה כאן, כחשוב זה, "השגנו" את האמריקאים.

אם תעקבו אחר מודעות "דרושים" המתפרסמות בעיתונים תווכחו לדעת שאמנם יש דרישה לכמה עשרות מורים. הרבה בולט במיוחד בעיירות הפיתוח. במודעה משותפת שפורסמה לאחרונה על-ידי כל עיירות הפיתוח מתברר, כי כמעט בכל בתי הספר בהן ורושים מורים לפיסיקה.

מה מקורו של המחסור במורים לפיסיקה בארץ?

להערכתך יש בארץ דרישה לכמה עשרות מורים חדשים לפיסיקה מדי שנה. דרישה זו נובעת מהסיבות הכאות:

א. המערכת גדלה.

ב. תחלופה גדולה בקרב המורים המזדמנים (לצערי אף בקרב המורים האחרים).

ג. פרישת מורים לגימלאות (אם תזדמנו לכנס מורים לפיסיקה והסתכלו על המשתתפים תראו שרבים הם המורים המבוגרים).

מאין יבואו כל אותם עשרות מורים חדשים הדרושים כיום?

בארץ שני מקורות למורים חדשים:

א. עולים חדשים.

ב. בוגרי אוניברסיטאות.

לצערי העלייה לארץ כמעט נפסקה, ביחוד מארצות כמו רומניה ובריה"מ מהן הגיעו בעשרים השנים האחרונות מורים רבים לפיסיקה. במקור השני, בוגרי אוניברסיטאות, ארון ביתר הרחבה. בחופשת הפסח האחרונה נערך בטכניון בחיפה כנס האגודה הפיסיקלית הישראלית. במסגרת כנס זה נערך סימפוזיון בנושא דומה לנושא הרצאתי. מבדיקה שערך מר צבי גלר ממשנתתפי הסימפוזיון, עולה דבר שהיה למעשה ידוע לנו כבר מזמן. ככל המוסדות להשכלה גבוהה בארץ פרט לאורנים שכטבעו, אין חשנה אף לא סטודנט אחד הלומד לקראת תעודת הוראה בפסיקה. הפקולטה להכשרת מורים במדעי הטבע והטכנולוגיה בטכניון בחיפה מתרוקנת מסטודנטים (אם איני טועה בשנה א' ו-ב' אין בכלל סטודנטים). כאורנים (שלוחה של אוניברסיטת חיפה) יסיימו השנה 6 סטודנטים את לימודיהם לקראת קבלת רשיון הוראה במתמטיקה ובפיסיקה. בשנה ג' לומדים 5 סטודנטים, בשנה ב' 5 סטודנטים, ובשנה א' 3 סטודנטים בלבד. כחודש מרץ השנה העברתי השתלמות בת 4 ימים מרוכזים לתלמידי שנה ג' ו-ד' באורנים. התכוונתי להציג בפניהם את תוכנית רחובות לחטיבה העליונה בהנחה שהם, כבעלי תואר אקדמי במתמטיקה ופיסיקה, יעדיפו ללמוד בכיתות הגבוהות של בית הספר התיכון. חמש מתוך השישה (כאן היו 5 בנות וכן אחד), הודיעו לי קטגורית שהן כלל לא מתכוונות ללמוד פיסיקה אלא רק מתמטיקה. אולם מאחר וקיים "חשש" שהן תחוייבנה ללמוד גם פיסיקה הרי שלמען הבטחון כדאי שאציג בפניהם את תוכנית רחובות לכיתות ט', י'.

תאמרו ודאי שחלק מהסטודנטים לפיסיקה אמנם לא יואים ויזחזח במורים כעתיד, אך כשיסיימו ללמוד לפחות חלק מהם יגיע למערכת וזו תקלוט אותם בזרועות פתוחות גם ללא תעודת הוראה. מצב זה אמנם אפשרי אך להערכתי אינו מהאים למציאות של היום, ולכן מספר סיבות:

א. לימודי הפיסיקה עדיין נחשבים כמקצוע גברי בעוד שלהוראה פנויות בעיקר נשים.

ב. מספר לימודי הפיסיקה פחה בשנים האחרונות. לדוגמה (עפ"י השנתון הסטטיסטי לישראל, 1980):

כתשל"ה למדו 2350 סטודנטים מדעים פיסיקליים (כנראה כולל כימיה); בתשמ"א למדו רק 1900 סטודנטים מדעים פיסיקליים. בתשל"ה קיבלו 537 איש תואר אקדמי בפיסיקה (B.Sc., M.Sc., או Ph.D.). כתשמ"ב ירד מספר מקבלי תואר אקדמי בפיסיקה ל-401 בלבד.

ג. לא רק שמספר הסטודנטים הולך ופוחת אלא שבשנים האחרונות נפתח בפני בוגרי הפקולטה לפיסיקה אפיק מאוד מושך והוא התעשייה עתירת המדע. אפיק זה סתם את הגולל על התיקווה שכל אלה מהבוגרים שלא ימשיכו במסלול האקדמי יפנו להוראה. באותו סימפוזיון שנערך בטכניון ועליו דיברתי קודם, אמר ז"ר סוחמי, מנכ"ל אלסיבס, כי להערכתו תהיה התעשייה עתירת המדע זקוקה בשנים הקרובות ל-100 פיסיקאים בקירוב מדי שנה (מספר זה אינו כולל את מערכת הביטחון).

מההמונה שצירתי עד כה עולה כי המחסור במורים לפיסיקה ילך ויחמיר, וכאך אנו נקלעים למעגל קטמים. ככל שיחמיר המחסור במורים לפיסיקה ילמדו פחות פיסיקה ואז הסיכוי שכווגרי אוניברסיטאות יפנו להוראה ילך אף הוא ויקטן. למעשה גם מספר הפונים לפקולטות ההנדסיות ילך ויקטן לפי שאמנם קורה בשנים האחרונות. ודאי שלא כאן, במכון ויצמן, עלי להסביר את המשמעות החמורה של מגמה זו לעתידה של מדינתנו.

בתי הספר המקצועיים

אל המחסור במורים ומשמעויותיו הגעתי מציון העובדה כי קיימים מורים מזדמנים רבים במערכת. אז אמרתי גם שהסיבה השניה לכך שרק כמחצית המורים לפיסיקה רשומים אצלנו או אצל המפקח הם המורים בבתי הספר המקצועיים. אפרט את דברי.

לפניכם טבלה בה מוצגים מספרי התלמידים בבתי הספר התיכוניים בארץ לפי התפלגות לבתי ספר עיוניים ולבתי ספר מקצועיים:

תש"ט	תש"ח	תש"ל	תש"מ	תשמ"א	
9170	43061	113287	131423	137661	סה"כ
7168	32894	63731	61062	64016	בי"ס עיוני
2002	10167	49556	70361	73645	בי"ס מקצועי
78%	76%	56%	46%	46%	עיוני סה"כ (%)

טבלה 1: התפלגות התלמידים בבתי הספר התיכוניים העיוניים והמקצועיים.

מן הטבלה עולה תמונה ברורה למדי על מה שהתרחש במערכת החינוך התיכון בארץ ב-30 השנים שחלפו. כעוד שבעשרים השנה הראשונות היה רוב מוחלט למספר הלומדים בבתי הספר התיכוניים העיוניים, הרי שכסוף שנות השישים ותחילת שנות השיכעים חל מהפך כבטיות התלמידים והפופולריות של בתי ספר מקצועיים גאתה. כמוכן שמספר הלומדים בבתי הספר המקצועיים גדל בקצב אדיר מכיוון שאליהם התחיל להגיע נוער שקודם לכן לא המשיך ללמוד. אך גם נוער שבעבר הגיע למגמה הריאלית של בית הספר העיוני נמשך אל המגמות לאלקטרוניקה בבתי הספר המקצועיים. האלקטרוניקה באותה תקופה היתה מקור משיכה חזק לא פחות ממקצוע המחשבים היום. יש הטוענים כי סיבה נוספת לנהירה לבתי הספר המקצועיים באותה תקופה, היא מלחמת ההתשה. הטענה היא שהורים דחפו את ילדיהם לבתי הספר המקצועיים כדי שאלה יתגייסו לצבא עם מקצוע וכך לא יאלצו לשרת ביחידות קרביות. באותה תקופה היתה "תוכנית רחובות" בשיא פריחתה. בהשתלמויות שהועברו על-ידי המחלקה שלנו השתלמו מאות מורים והתוכנית החלה לחדור לבתי הספר בעיקר בכיתות ט' ו-י'. לא אצלנו ולא בשום מקום אחר בארץ נעשה ובר עבוד הוראה הפיסיקה בבתי הספר המקצועיים. המורים שם המשיכו ללמד לפי ספרי לימוד ותוכניות ישנות לא היתה להם כל מוטיבציה להתקשר איתנו ואף לא עם הפיקוח, ועם הזמן הם למדו להסתדר בכוחות עצמם. להערכתי זו אחת הטלכות לכך שרבים מהמורים העולים החדשים העדיפו להצטרף למערכת בתי הספר המקצועיים. שם הם יכלו להקלט בקלות רבה יותר וללמד שלא לפי הוכנית מחייבת.

בחופשת החנוכה האחרונה הוזמנתי ליום עיון שנערך על-ידי המפקח על הוראת הפיסיקה במכללות הטכנולוגיות המכשירות הנוסאים. נושא יום העיון היה "חשיבותה של הוראת הפיסיקה להכשרת ההנדסאים". השתתפו ליום העיון נציגים מהתעשייה האווירית, תדיראן וצו"ל. כולם הרכו להאר עד כמה חשובה הפיסיקה

להכשרתו של ההנדסאי, אך לא זאת הנקודה שברצוני להציג בפניכם. הנקודה היא שיטתו סביבי כ- 40-30 מורים, רובם המכריע גברים. פרט לאחד לא הכרתי איש מהם, זאת על אף שאני עוסק בהשתלמויות כבר כ-15 שנה ומשתתף כמעט בכל כינוס של מורי הפיסיקה בארץ. כתוח יום העיון לקחתי ברכבי מורה שעלה ארצה מרומניה בשנות השישים והמלמד פיסיקה באחת המכללות בגוש דן. הוא הודה ששמש על "תוכנית רחובות", אך אינו יודע בדיוק מהי התוכנית ואינו מכיר לא את המיכשור המעבדתי שפותח עבורו, ולא את ספרי הלימוד.

נחזור למרגם המורים שהשיבו על השאלונים.

מתוך 550 המורים אליהם נשלחו השאלונים התקבלו תשובות מ-185. 20 מהמשיבים ריווחו שאינם מלמדים בפועל, כך שמיימצאי הסקר מתייחסים ל-165 מורים. כל מי שערך סקר יודע שאתוז כזה של משיבים (מעל ל-30%) הוא האחוז המקובל של עונים לסקרים מסוג זה. המשיבים הם בדרך כלל המורים "איכפת להם", אלה הרוצים לעזור ולשפר את מצב ההוראה. בשאלון הופיעו גם שאלות על השכלה לכן מורים שהשכלתם האקדמית אינה מלאה או שהכשרתם אינה בפיסיקה אינם מיוצגים במדגם כי אינם מעוניינים להחשף. הדבר בולט במיוחד במורי חטיבות הביניים; על אף שרבים מהם רשומים אצלנו רק אחוז קטן מהם ענו על השאלון.

הרשו לי לתאר בפניכם את המתרחש בחטיבות הביניים.

חטיבות הביניים

לפניכם טבלה בה רשומים מספרי התלמידים בכיתות ז', ח', ט' בארץ בשנים האחרונות:

שנה	כיתה	תש"ל	תשל"ח	תשל"ט	תש"מ
ז	סה"כ	51750	54423	54811	54366
	חטיבת ביניים	5629	23989	24672	25033
ח	סה"כ	49570	52723	54126	54543
	חטיבת ביניים	2227	22316	24427	25023
ט	סה"כ	43926	48008	49592	50931
	חטיבת ביניים	-	19508	21494	22734

טבלה 2: התפלגות התלמידים בכיתות ז', ח', ט'

מהתבוננות בטבלה עולה כי למעלה ממחצית התלמידים בכיתות ז', ח' ו-ט' עדיין לומדים בבתי ספר יסודיים 8 שנתיים או בכיתה ט' של בית הספר התיכון הארבע-שנתי. למעשה עולה מהטבלה כי התפשטות הריפורמה במערכת

החינוך נעצרה כבר לפני מספר שנים. על אף זאת, יצא לפני כ-3 שנים חוזר מנכ"ל המחייב את כל בתי הספר בארץ (יסודיים ותיכונים 4 שנתיים) ללמד לפי התוכניות החדשות בפיסיקה שנכתבו לחטיבת הביניים. כל מי שמכיר את המערכת יודע מעל לכל ספק כי בכיתות ז', ח' של בית הספר היסודי ממשיכות ללמד המורות לטבע, בוגרות הסמינרים. להערכתי זה למעשה המצב השורר גם בחטיבות הביניים. שם המצב אף חמור יותר כי הן קיבלו לידן גם את כיתה ט' שכעבר היתה שייכת למורי התיכון.

איני מתכוון להשמיע כאן את המורים בכיתות ז', ח' ו-ט'. אני יודע שהם בדרך כלל מורים מסורים מאוד ובעלי כשרים דידקטיים העולים לעיתים על אלה של מורי החטיבה העליונה. אבל מורה שאין לו הרקע המתאים כדי ללמד פיסיקה יחוש בהרגשה של חוסר בטחון בעת ההוראה, ולא אחת ייחלל בשאלות שאין הוא יודע את התשובה להן. כתוצאה מכך תתגבש בתוכו רתיעה ואף סלידה מהוראת המקצוע (כי בו זמנית הוא מלמד ביולוגיה ושם הוא שוחה כדג במים) ורתיעה זו תועבר מהר מאוד לתלמידים.

הרשו לי לצטט מספר משפטים ממיסמך שנכתב על ידי הועדה לתוכנית לימודים בפיסיקה⁽⁵⁾ (ועדה רשמית, שמונתה על-ידי משרד החינוך וכללה בתוכה פיסיקאים ומורים לפיסיקה). "הועדה מעדיפה שמקצוע הפיסיקה-כימיה יוקנה לתלמיד על-ידי מורה לפיסיקה או מורה לכימיה, אולם בכיתה ז' אין הדבר חיוני במיוחד והועדה מקבלת גם את הסידור על פיו מקצועות מדעי הטבע מוקנים בכיתה ז' על-ידי מורה אחר".

"כניגוד למצב בכיתה ז', רואה הועדה חשיבות מכרעת בכך שהמורה המלמד פיסיקה-כימיה בכיתה ח' יהיה מורה מקצועי שהשכלתו פיסיקלית או כימית. דרישה זו נראית בעינינו חיונית, והיא נובעת מחומר הלימודים המומלץ על ידינו לכיתה ח'. שיעורי הפיסיקה בכיתה ט' חייבים להינתן על-ידי מורה מקצועי לפיסיקה".

במקום אחר כאשר הועדה דנה באופן חלוקת השעות בין ביולוגיה ובין פיסיקה וכימיה בכיתה ח' היא אומרת בין השאר:

"הועדה שקלה את הבעיה ביסודיות והחליטה שקושי פדגוגי זה אינו שקול כנגד הנזק העלול להגרם על-ידי הוראת החומר בפיסיקה-כימיה בכיתה ח' על-ידי מורה שהכשרתו רחוקה מלהיות מספקת בנושאים אלה".

שימו לב, הועדה מדברת על נזק; ורבותי! - נזק זה אמנם נגרם!

לסיום נקודה זו העוסקת במורי כיתה ז', ח', ט' ברצוני לציין עובדה נוספת: לא רק שלמורים אין בדרך כלל הכשרה מתאימה להוראת הפיסיקה, אלא שלמפקחים האזוריים לטכע בחטיבות הביניים אין הכשרה כזו. לירולם, בלי יוצא מן הכלל, התמחות בביולוגיה.

קודם ציטטתי את הועדה לתוכניות לימודיה כפיסיקה. המלצותיה של הועדה נקבעו לאור הנושאים הנלמדים בחטיבת הביניים. חלק ניכר מנושאים אלה דן במושגים מופשטים וקשים. בכיתה זו לומדים על המול המולקולרי של החומר. ממחקר שנעשה במחלקה עולה שתלמידי החטיבה העליונה מתקשים בהכנת המושגים הקשורים במבנה החומר.

בכיתה ח' לומדים על מסה ומשקל. תוכנית החובות היתה זו שהורידה לראשונה את הוראת מושג המסה מכיתה י"א לכיתה ט' וכבר אז טענו מורים לא מעטים שהדבר קשה מאוד. והנה עתה ירדה הוראת מושג זה לכיתה ח' לא טלקטיבית על-ידי מורים ללא הכשרה מתאימה. הילד לומד שיש מסה ויש משקל, ושברוך-כלל בחיי יום-יום, כשמדברים על משקל מתכוונים למסה, וכי מוצאים מסה על-ידי שקילה במאזניים - בקיצור הילד והמורה די מבובלים ולכן אין זה פלא שמעטים מאוד מלמדים יחירה זו בכיתה ח' (אך בכיתה ט' מתבססים על כך שהמושגים ידועים).

גם המושגים היסודיים של חשמל: זרם ומתח, הנלמדים בכיתה ט' הם מושגים קשים, ומחקרים שנעשו בקצועה, הן בקרב תלמידי כיתות ט' והן בקרב תלמידי י"ב, מעידים כי התלמידים מתקשים בהבנת מושגים אלה.

גם מושג האנרגיה שהוא הנושא המרכזי בכיתה ט' אינו מובן די צרכו על-ידי התלמידים.

מכאן משתמע שגם לו היו מורים בעלי הכשרה מתאימה, הוראה הפיסיקה עדיין היתה נתקלת בקשים. לא כל שכן כאשר ההוראה נעשית על-ידי מורים לא מיומנים.

לא רק שאין מורים מתאימים בחטיבת הביניים, ולא רק שהנושאים שהוכנסו לתוכנית הלימודים הם ברובם מושגים מופשטים וקשים, אלא שגם שיטת ההוראה בה נקטו התוכניות החדשות אינה מתאימה למציאות בבתי הספר. שיטת ההוראה של המדע כחקר חייבה את הוראת המקצוע במעבדה והדבר אמנם בא לידי ביטוי בסיכומי ועדת המקצוע:

כיתה ז'

"כל השיעורים חייבים להיות "שיעורי מעבדה", רצוי, כחדר המעבדה, אולם הדבר ניתן לביצוע גם כחדר כיתה שהוכן במיוחד לשם כך".

כִּיתָה ח'

"גם בכיתה ח' חייבים כל שיעורי הפיסיקה-כימיה להיות "שיעורי מעבדה"..."

כִּיתָה ט'

"גם בכיתה ט' רצוי שכל שעות הפיסיקה יתקיימו במעבדה, אולם הכרחי ששתיים מתוך שלוש השעות ותקלימנה במעבדת בית הספר".

כל מי שמכיר את המציאות בכתי הספר יודע שהדבר כמעט ולא ניתן לכיצוע, כאשר הכיתות הן של 40 תלמידים, כאשר יש מחסור בתקציבי רכישה ומחסור בחרוי מעבדה מתאימים (בעיקר בכתי הספר היסודיים). גם כאשר כית ספר מצליח לרכוש ציוד, אין לו תקציב שוטף לתחזוקה ולתיקונים, ואז במקום לבצע ניסויים מספרים לתלמידים מה היה צריך לצאת בניסוי לו ביצעו אותו, כי בלי מידע זה אי אפשר להתקדם בחומר.

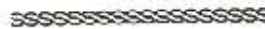
לדעתי, גם לו היו מעבדות ותקציבים גם אז היתה שיטת "הוראת המדע כחקר" נכשלת בחטיבת הכיניים, כי לדעתי הילדים בגיל חטיבת הכיניים עדיין אינם בשלים לחקר. הם מצפים שיגידו להם ולא שישאלו ויחקרו אותם כל הזמן. אין לצפות שילד בגיל כזה יתפקד כחוקר קטן ויגלה בניסוי את הדברים שהוא אמור לגלות.

לסיכום, לדעתי חטיבת הכיניים היא עקב אכילס של מה שמתרחש היום בתחום הוראת הפיסיקה בארץ. המחסור במורים, תוכניות יומרניות וחוסר תקציביות - כל אלה תורמים לכשלונה של הוראת הפיסיקה בחטיבת הכיניים ובעקבות כשלון זה באה אי בחירה של לימודי הפיסיקה בחטיבה העליונה. על כן להערכת המשימה הראשונה והדחופה שלנו היא לצאת בדור חדש של תוכניות לימודים לחטיבות הביניים ולהשקיע מאמץ וכספים בהכשרת מורים.

בסיום ההרצאה ניתנו פרטים על מימצאי הסקר. ניתן לקרוא על כך בתסקיר שהוצא ובגליון 2, כרך 9 של תהורה⁽⁶⁾.

ביבליוגרפיה

1. בת-שבע אלון, דוד זינגר, סקר על תוראת הפיסיקה בכיתות ט'-י"ב בשנת הלימודים תש"ס, תסקיר, המחלקה לתוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות, דצמבר 1981.
2. השנהון הסטטיסטי לישראל 1980, מס' 31, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה
3. Physics Education Vol. 17, No. 1, January 1982, p. 2
4. Physicists - an endangered species - T.P.T, Vol 19, p.87 (1981)
5. חבנית הלימודים בפיסיקה לכיתות ז'-י"ב. הועדה לתוכניות לימודים בפיסיקה. רחובות. סיון תשל"ח.
6. סקר על תוראת הפיסיקה בישראל בת שבע אלון ודוד זינגר, תורה כרך 9, מס' 2, עמ' 25 כסלו תשמ"ב.



המשך מעמוד 32.

מחקר הנבטים הלבנים. מחקרים מוקדמים אלה זכו להתעניבות מחודשת בשנים האחרונות, כאשר הוחל במחקר החלל ופוחחו טכניקות אסטרונומיות חדשות. עבודתו של פאולר זנה בתגובות הגועיניות המתרחשות בכוכבים בזמן התפתחותם. בנוסף ליצירת האנרגיה המוקדנת, הן בעלות חשיבות, כי הן מביאות להיווצרותם של היסודות הכימיים מן החומר ההילולי, המורכב בעיקר ממימן. פאולר עשה עבודה נרחבת במחקר הנסיוני של תגובות גרעיניות שהן בעלות חשיבות באסטרו-פיסיקה, וגם ביצע חישובים תיאורטיים רבים. יחד עם מספר שותפים הוא פיתח, בשנות החמישים של המאה, תיאוריה המסבירה את יצירת היסודות הכימיים בתבל.

עובה מ-Cern Courier
Vol 23, December 1985