

לימוד אבולוציה - למה, מדוע ואיך?

רועי צזנה¹

מאמר זה נועד לסייע למורים להבין את החשיבות בהוראת תורת האבולוציה, ולספק להם כלים ראשוניים באמצעותם יוכלו להתמודד עם התנגדויות וטענות כנגד האבולוציה. כמובן, לא ניתן ללמד את "התורה כולה על רגל אחת", אך הבסיסים המובאים כאן אמורים להקנות למורה דיי חומר למחשבה שאותו יוכל להעביר גם לתלמידים.

הקדמה

בשנת 1925 עמד המורה ג'ון סקופס מול חבר המושבעים בעיר הקטנה והפסטורלית דייטון שבטנסי, אמריקה. לאחר דיון קצר החליטו המושבעים כי סקופס עבר על החוק בטנסי, שלפיו נאסר ללמד אבולוציה בבתי-הספר הציבוריים. המשפט נקרא מאז ועד היום "משפט הקופים", אולי בעקבות דבריו של אחד העדים כנגד סקופס: "אני מאמין בחלק מהאבולוציה, אבל לא בכל עניין הקופים".

רבים מעיתונאי התקופה בחרו להציג את סקופס כקדוש מעונה, שהחליט להנחיל לתלמידיו את האמת המדעית אודות תורת האבולוציה, תוך התעלמות מהחוק ומהנורמות החברתיות שהיו נהוגות בדרום באותם הזמנים. המציאות, כדרכה בקודש, מורכבת יותר. בשנת 1925 עבר במדינת טנסי 'חוק באטלר' שאסר על מורים בבתי-ספר ציבוריים להכחיש את גרסת התנ"ך למוצא האדם. התגובה הייתה מידית: האיגוד האמריקני לחירויות אזרחיות (המשמש עד היום מודל לחיקוי לאגודה לזכויות האזרח בישראל) נעמד על שתי רגליו האחוריות והציע להגן על כל מורה שיעבור על החוק וילמד אבולוציה בבתי-הספר. נציגי העיירה דייטון ששאפו להביא פרסום לעירם, החליטו להציע לסקופס להישפט על לימוד האבולוציה. סקופס, לפי הודאתו הוא, לא היה בטוח אם לימד אי-פעם אבולוציה, אך כפי שאמר באופן פרטי לנציגי העיירה - "אם תוכלו להוכיח שלימדתי אבולוציה, ושאני יכול להתאים לתפקיד הנאשם, אזי אהיה מוכן לעמוד למשפט". וכך נולד משפט הקופים.

אנו יכולים לגחך על הנסיבות הפרוזאיות, הפוליטיות והקטנוניות שבמסגרתן החלה הפרישיה, אך קשה להתעלם מן העובדה שסקופס רק ייצג אוכלוסייה שלמה של מורי מדעים שמצאו עצמם במצב בלתי-אפשרי. מחד, החוק היבש בטנסי אסר עליהם ללמד את תורת האבולוציה. מאידך, ספרי הלימוד של הביולוגיה שמתוכם היו מחויבים ללמד, כללו פרק שלם על אבולוציה. זו הייתה סתירה קשה ליישוב, ומורים רבים נאלצו "לרקוד על שתי החתונות" ומצאו עצמם מפרים את החוק שנאכף פחות: הם לימדו ביולוגיה בלי להתייחס לפרק 'האסור' בספר. דרך זו הייתה בטוחה יותר עבורם כאינדיבידואלים, אך הובילה בהכרח למצב שבו ילדי המדינה זכו לחינוך חסר.

רבים קיוו כי משפט הקופים יביא לשינוי המצב, אך תקוותיהם היו לשווא. לאחר שתלמידיו של סקופס העידו כי אכן לימדם אבולוציה, הטיל השופט על המורה הנזוף קנס של מאה דולרים (שווה-ערך למשכורת חודשית של היום), ובזאת נחתמו הדיונים בדייטון. חוק באטלר נותר על כנו עד שנת 1967 - במשך שני דורות.

מדינת טנסי הייתה היחידה שאסרה על מוריה באופן רשמי וחוקי ללמד את תורת האבולוציה, אך היא שיקפה בזאת את רוח הדור במקומות רבים. בבתי-ספר ציבוריים ופרטיים רבים בארצות-הברית, אפילו כיום, ישנם הורים המתנגדים באופן לא-רשמי לכך שמורים ילמדו את תורת האבולוציה, ואינם מרוצים מהכללתה של זו בשיעורי המדע והביולוגיה. עמדות ההורים הקיצוניים (שנוטים

¹ ד"ר רועי צזנה, חוקר עתידיים בסדנת יובל נאמן למדע, טכנולוגיה וביטחון, באוניברסיטת תל-אביב.



האבולוציה - אותו נושא שגרסאות הבסיס שלו נכללות אפילו בסילבוסים השמרניים ביותר בבתי-הספר באמריקה.

יש לציין כי גם בעת שיעורי המדע והביולוגיה בבתי הספר היסודיים, בחטיבות הביניים ובתיכונים, מוזכרים עקרונות הקשורים לתורת האבולוציה, כעקרון הבכרה הטבעית. עם זאת, אין המורים מחויבים לספק את הקו המקשר שבין העקרונות והממצאים הללו ולגבש אותו באופן שיטתי ומסודר לכדי התאוריה השלמה והסופית המקובלת כיום בעולם המדע.

משמעות המצב הקיים היא שאם תלמידים ישראלים רוצים בימים אלו ללמוד את תורת האבולוציה, עליהם לפתוח במסלול חתחתים: להתקבל למגמת ביולוגיה מוגברת (דבר שלעתיים מחייב אותם לוותר בתהליך על מקצועות מדעיים מוגברים אחרים כפיזיקה וכימיה) ולהפעיל לחץ על המורים כדי שיצטרפו לקבוצת המורים יוצאי-הדופן (שלושה אחוזים) שמסכימים ללמד את האבולוציה כאחד מנושאי הבחירה במגמת הביולוגיה. למעשה, לא היה כל צורך לערוך משפט קופים פומבי בישראל. הוא נערך כבר במסתרי הביורוקרטיה הממשלתית, ותוצאות אותו משפט חסוי יצרו מצב שבו התלמידים הסקרנים כמעט ואינם מסוגלים ללמוד אבולוציה. רק מתי מעט בכנסת ישראל, כחברת הכנסת לשעבר עינת וילף, הבינו את חומרת המצב הקיים וניסו לשנותו.

עתה, בשנת 2014, המצב מתחיל להשתנות, ומורים מתחילים כבר השנה ללמד באופן מסודר את תאוריית האבולוציה בחטיבת הביניים. מורים אלו צפויים לעתים להיתקל בטרונות ובהתנגדויות מצד התלמידים, ואפילו ההורים, בנוגע לחומר הלימוד. כדי לסייע לאותם מורים אפרט בהמשך המאמר את הטענות העיקריות המופנות מצד המורים, ההורים והמנהלים כנגד לימודי האבולוציה באמריקה, ואשתדל לספק מענה הולם לכל אחת מהן.

תקוותי היא כי בעקבות קריאת המאמר יצליחו מורים רבים להנחיל את עקרונות האבולוציה לתלמידיהם, בין שבמסגרת מגמת ביולוגיה מורחבת, בשיעורי מדע וטכנולוגיה כלליים ובין שבלמודים כלליים בחטיבת הביניים. אני מאמין גם כי המורים המעוניינים ללמד אבולוציה בבתי ספר יסודיים יוכלו להשתמש בחומר הקיים במאמר זה כדי להצדיק את לימוד המקצוע בפני התלמידים וההורים.

גם להיות הקולניים ביותר) משפיעות בהכרח על היחס לנושא מצד המנהלים, שאינם מעוניינים להכניס ראש בריא למיטה חולה. וכך, בדרך לא דרך, בוחרים מורים רבים עד היום להתעלם מהחלקים בספרי הלימוד שהם יודעים שעלולים להביא לוויכוחים בכיתה, לעימותים עם ההורים ולסכסוכים עם המנהל. במקומות מסוימים, כמו במדינת מיזורי, בחר משרד החינוך להעביר את כל החומר 'הבעייתי' בנושא האבולוציה לשיעורים שאין חובה להעבירם לכלל התלמידים (Fordham Institute, Advancing Educational Excellence, 2012). יש הטוענים כי דרך זו ננקטה גם בישראל בעשרים השנים האחרונות.

המצב בישראל

בעת כהונתו כנשיא המדינה, אמר עזר ויצמן בשנת 1995 כי עלינו להיזהר ולהישמר מ- "האמריקניזציה השוטפת אותנו" ומשלושת ה-'ממים' של האמריקנים: מקדונלד'ס, מייקל ג'קסון והמדונות. הוא היה יכול להוסיף גם את ה-"מחלוקות מסביב ללימודי האבולוציה", אך לא עשה זאת ומסיבה טובה. מדינת ישראל יודעת היטב להיזהר מהמחלוקות הללו ועושה זאת כבר שנים רבות.

את ההוכחה להצלחתה של מדינת ישראל בהתעלמות כמעט מוחלטת מתורת האבולוציה בבתי-הספר, ניתן למצוא בנתונים היבשים שמספק משרד החינוך. עד שנת 1993 נלמדה האבולוציה כנושא חובה. לרוע המזל, 'תוקנה' התכנית בשנת 2003, והוזנחו לימודי האבולוציה עד למצבם העגום כיום. לכאורה, אין חובה ללמד את האבולוציה על בוריה בבתי הספר, אלא במגמת ביולוגיה שלומדים בה 15 אלף תלמידים. אלא שגם במגמה זו אין התלמידים נחשפים בהכרח לאבולוציה, אלא אם המורים בוחרים ללמד את אחד מנושאי הבחירה העוסק באבולוציה. הנה כך, אותו נושא המעניק היגיון וסדר לכל לימודי הביולוגיה, נלמד רק על-ידי שלושה אחוזים מתוך כלל התלמידים שמערכת החינוך מתיימרת להקנות להם את עקרונות הבסיס בביולוגיה (Meniv, 2012).

משמעות הדבר היא שמתוך כל תשעים אלף התלמידים שניגשו לבחינות הבגרות בשנת 2012, רק 515 למדו את תורת האבולוציה ונבחנו עליה. כלומר, רק חצי אחוז מסך התלמידים בתיכונים בישראל לומדים באופן שיטתי ומסודר את תורת



טענות ומענות כנגד לימודי האבולוציה

אין צורך ללמד את האבולוציה, מאחר שהיא אינה רלוונטית לתלמידים

טענה הנשמעת תדיר מצד המתנגדים ללימודי האבולוציה היא שהתאוריה אינה רלוונטית לתלמידים. ניתן לחלק טענה זו לשני חלקים נבדלים: האבולוציה אינה מספקת תוכן מעשי ושימושי בהווה, מאחר שהיא מתארת את העבר בלבד. לפיכך, היא גם אינה מעניקה לתלמידים מידע בעל חשיבות בשוק העבודה, ובניגוד למקצועות אחרים (היסטוריה, אזרחות, ספרות ודומיהם), - אין היא מפתחת את נפש התלמידים ואין היא מעבירה להם ידע והבנה עמוקים בנוגע לעולם הסובב אותם;

נתייחס לכל אחד מחלקים אלו בפני עצמם.

חשיבותה של האבולוציה בהווה

בתחילת אפריל 2014 התפרסם מחקר חדש שתיאר את התפתחותה והתפשטותה של עמידות לרעלנים בקרב תולעים (rootworm) הניזונות מתירס (Gassmann, et al., 2014). אין זה מוגזם לומר כי המחקר גרם לבהלה-רבתי בקרב מומחים לחקלאות מסביב לעולם. עד היום ניתן היה לעצור את התולעים המזיקות באמצעות שימוש בתירס מהונדס גנטית, שבתאיו מיוצר חלבון שבמקור היה קיים בחיידק בצילוס תורנינג'יינסיס (*Bacillus thuringiensis*). החלבון מיוצר בכל תאי התירס ופוגע אנושות בתולעים ובחרקים מזיקים אחרים הניזונים מהצמח, אך אינו מזיק לבני-אדם. חרקים אלו גורמים לנזקים של מיליארדי דולרים בחקלאות מסביב לעולם, ובמקרים נדירים יכולים לחסל שדות שלמים ולגרם לרעב המוני. ברור מדוע המצאת התירס המהונדס החסין מפני חרקים מזיקים רבים, גררה אנחת רווחה המונית מצד החקלאים, שבמדינות מתפתחות נאבקים על רכישת כל חופן גרעינים מהונדס.

עוד מימיו הראשונים של התירס המהונדס, היה ברור לכל מביני הדבר כי לא לעולם חוסן. חלק מהצמחים המהונדסים ייצרו כמויות קטנות יותר של הרעל מאחרים. החרקים המעטים שניחנו בעמידות חלקית לרעלנים (כתוצאה ממוטציות מקריות באוכלוסיית החרקים), הצליחו לשרוד את האכילה והעמידו

יותר צאצאים מחבריהם שמתו בהמוניהם לאחר הסעודה. אותם צאצאים היו אמורים להיות עמידים אף הם לרעלנים, וכך הייתה תכונה זו מתפשטת באוכלוסייה מדור לדור בתהליך המכונה - בוודאי כבר ניחשתם - אבולוציה.

חוקרי הצמחים והחרקים הבינו את גודל הסכנה, ובשנת 2002 ניסחו נהלים המחייבים כל איכר המעוניין לגדל תירס מהונדס גנטית כנגד חרקים, לשתול גם תירס רגיל ביחס של 1:5 בערך (Keim, 2014). מדוע? מכיוון שבדרך זו לא יתרבו החרקים העמידים רק זה עם זה (דבר שיביא לחיזוק תכונת העמידות בדורות הבאים) אלא גם עם החרקים מהשדות השכנים, שלא נבררו לפי עמידותם לרעלנים. בדרך זו אמורה המוטציה המעניקה עמידות לרעלנים 'להתפזר' ולהפוך להיות מדוללת יותר באוכלוסייה, כך שבדור הבא לא ייווצרו חרקים עמידים יותר בפני הרעלנים. זו הייתה תכנית יפה, אלא שהאיכרים לא עמדו בתקנות הללו, וכך עברה אוכלוסיית התולעים אבולוציה המונית בשדות התירס שבאילינוי, במינסוטה, בנברסקה ובדקוטה הדרומית. זו הייתה אבולוציה בזמן הווה, שאת השלכותיה יחוו האיכרים על בשרם בשנים הקרובות.

אין ברצוני לטעון כי לו הבינו אותם איכרים את תורת האבולוציה על בוריה, הרי שהיו מציינים לנהלי השתילה הנאותים. ברור לכולנו כי רבים אינם מציינים לחוקים גם כאשר חשיבותם ברורה להם. הסיפור הנ"ל בא להראות כי האבולוציה ממשיכה לתפקד בחיי היום-יום שלנו, והיא בעלת חשיבות קריטית גם במקצועות הנראים לנו פשוטים יחסית, כחקלאות. אך אל דאגה: יש לה חשיבות מכרעת גם בכל תחום הקשור לביולוגיה.

בזכות תורת האבולוציה אנו מסוגלים להבין כיצד עוברים חיידקים אבולוציה ומתפתחים לזנים אלימים יותר - ובאמצעות שימוש נכון בתובנות הללו, ניתן לעצב מחדש חדרים ודרכי אוויר בבתי-חולים, שיקטינו את הסיכון להתפתחות זנים החסינים לאנטיביוטיקה. אנו מסוגלים גם להיערך טוב יותר לקראת מחלות חדשות-ישנות ולפתח חיסונים כנגדן, באמצעות לקחים המתקבלים מהאבולוציה. גם את הדרך שבה התפתח נגיף ה-HIV, הגורם למחלת האיידס, פענחנו בזכות הסתמכות על תורת האבולוציה, והקוקטייל המפורסם המשמש לעצירת הנגיף נשען גם הוא על



הבנת האבולוציה המתמדת של הנגיף בגוף.

חוקרים במעבדות ביולוגיה ברחבי העולם מסתמכים על תובנות מתורת האבולוציה מדי יום, כאשר הם מבצעים ניסויים בבעלי-חיים כדי להבין כיצד תרופות מסוימות ישפיעו גם על בני-האדם: שהרי כולנו קרובי משפחה.

לסיכום, נהיר וברור לכל מדען כי האבולוציה רלוונטית כיום יותר מאי-פעם במקצועות הביולוגיה והרפואה. מעבר לכך, האבולוציה מספקת קו מקשר בין כל העובדות הרבות הנלמדות במדעי החיים ותשובות לרבות מהשאלות המעסיקות את התלמידים, כמו גם את כל בני-האדם. היא מאפשרת למורה להעמיק אל מעבר לשאלות השטחיות - "כיצד עפה הציפור?"

"איך מתרחש תהליך הפוטוסינתזה?" "מדוע ילדים דומים להוריהם?" - ולפתוח צוהר אל השאלות העמוקות יותר. "מדוע יש לציפורים כנפיים, אבל לא לכלבים?" "למה לא ניתן למצוא יונקים המבצעים פוטוסינתזה?" "מאין הגיעו התכונות המקוריות שנשא הורינו, ואילו מסעות עברו בדרך?"

כל אלו הן שאלות שראויות להישאל על-ידי כל תלמידי מגמת ביולוגיה,

ושראו שהמורים יעודדו את העלאתן. התשובות להן נמצאות בבחינה מדוקדקת של תורת האבולוציה. מכיוון שכך, מוטלת עלינו חובה אתית ללמד את האבולוציה לתלמידי ביולוגיה, מאחר שתאוריה זו יכולה לסייע להם בלימודיהם בבית-הספר, ולאחר מכן גם באוניברסיטה ובחיייהם המקצועיים.

אבל מה עם אותם תלמידים אשר אינם לומדים במגמת ביולוגיה? איזו תועלת יפיקו הם מידע אודות תורת האבולוציה? האם ניתן להצדיק השקעה של שעות לימודים יקרות להשכלה ממוקדת כל-כך בנוגע לאבולוציה?

פיתוח הנפש והבנת העולם

כבר לפני יותר מאלף שנים טען המלך קרל הגדול (814-742)

שכונה "אביה של אירופה": "כל הלומד שפה שנייה, כאילו זכה בנפש נוספת." הוא הבין אינטואיטיבית את קביעתו של תומס ג'פרסון, אחד מהאבות המייסדים של ארצות-הברית, שלפיה קיים צורך קריטי ב- "דיפוזיה של הידע בין האנשים". לא ניתן למצוא בסיס מהימן אחר לשימור החופש והאזרח.

מערכת החינוך של ימינו מבוססת על אותה תובנה: האדם השלם והבוגר זקוק לידע בסיסי בנושאים רבים ושונים, על מנת שיוכל לגבש ולהרכיב לעצמו אישיות ייחודית ולהבין טוב יותר את עצמו ואת העולם הסובב אותו. על מנת שהתלמידים יוכלו להגשים מטרה זו, הם זוכים בבית הספר להיחשף לסיפורי התנ"ך ול"חטא ועונשו", לומדים על עלייתה ונפילתה של האימפריה הרומית העתיקה ונחשפים ליופיה של המתמטיקה המופשטת והלוגיקה הטהורה. האם ניתן לטעון

ברצינות כי לא ראוי ללמוד בבית הספר את ההיסטוריה של המין האנושי כולו, על הלקחים שהיא מלמדת אותנו על אופיים של האדם ובעלי-החיים?

יותר מכך, הבנת תורת האבולוציה על בוריה מספקת תובנות מדעיות אחרות ומשלימה את התצרף המורכב של עולם המדע. כדוגמה לכך, אחד מידידיי, מורה לפיזיקה בחטיבת

הביניים, סיפר לי כיצד פתח את השנה של תלמידי כיתה ז' בשאלה תמימה - "מהו גיל העולם?". אחת מהילדות (שגילה לאחר מכן כי היא אחת מהחכמות יותר בכיתה) הצביעה והסבירה לו כי קיימת עדיין מחלוקת בנוגע לגיל העולם, ולא ברור אם זה עומד על 5,500 שנים לפני הספירה או 4,000 שנים לפני הספירה. כאשר שאל במפח נפש כמה מהתלמידים האחרים סבורים שמספר שנות חייהן של השמשות, כוכבי הלכת, הגלקסיות וכל שאר היקום בכללותו נאמד בכמה אלפי שנים, גילה לתדהמתו שרובם מרימים את ידיהם בהסכמה.

איני יודע כיצד מתמודדים מורים אחרים לפיזיקה עם בעיות מסוג זה וכיצד הם מצליחים ללמד את הילדים אודות היקום והכוכבים, בלי שאלו יבינו את סדרי הגודל של הזמנים שבהם מדובר. ידידי

זכות תורת האבולוציה אנו מסוגלים להבין כיצד עוברים חידקים אבולוציה ומתפתחים לזנים אלימים יותר - ובאמצעות שימוש נכון בתובנות הללו, ניתן לעצב מחדש חדרים ודרכי אוויר בבתי-חולים, שיקטינו את הסיכון להתפתחות זנים החסינים לאנטיביוטיקה.



הקוראים מוזמנים לעיין בדו"ח המלא שניתן להוריד בחינם באתר האינטרנט שכתובתו מופיעה ברשימת הביבליוגרפיה בסוף המאמר (National Academy of Science, 1998), או ליצור עמי קשר אם המידע אינו ברור (פרטים ליצירת קשר נמצאים בסוף המאמר).

התנגדויות על בסיס דתי

התנגדות ראשונה: לא ניתן לקבל את האבולוציה ולהיות יהודי מאמין בעת ובעונה אחת!

מסופר כי כאשר שמעה אחת מנשות האצולה של אנגליה אודות תאוריית האבולוציה של דרווין, פנתה בחלחלה לבעלה והזהירה אותו כי אסור שדבר התאוריה יגיע להמונים או שהממלכה הבריטית תמצא עצמה למול גל של נטישת האלוהים. אף על פי כן התפשטה התאוריה בקרב ההמונים, והאמונה באלוהים נותרה על כנה. לכל היותר השתנתה האמונה בפרשנות המילולית של התנ"ך (שמעולם לא הייתה מקובלת ביהדות).

אנשי דת מסביב לעולם הבהירו כבר כי ניתן לקבל את רעיון האבולוציה ולקיימו לצד מילוי מצוות הדת. אפילו הנוצרים הקתולים האדוקים ביותר החליטו כבר לעשות שלום עם האבולוציה. האפיפיור פיוס ה-12 הצהיר בשנת 1950 כי ניתן להיות קתולי מאמין, ועדיין לקבל את עקרונות האבולוציה. אפיפיור נוסף, ג'ון פול השני, החליט לחזק את קביעתו של קודמו בשנת 1996. כתוצאה מכך בתי-ספר קתוליים אינם רואים צורך לדלג על נושא האבולוציה בזמן הלימודים, ואזרחים במדינות קתוליות כגון פולין מקבלים ברובם הגדול (75% מהם) את האבולוציה (Dean, 2005).

גם בישראל קיימים אנשי דת כרב ד"ר מיכאל אברהם המקבלים את תורת האבולוציה ואינם רואים צורך להתכחש לה או לאמונתם. הגדול מתוכם הוא כנראה הרב אברהם יצחק הכהן קוק, אחד מההוגים הגדולים של היהדות במאה השנים האחרונות, ואדם שעיצב מחדש את תפיסת היהדות של רבים. הרב קוק בזמנו קידם באופן אקטיבי את רעיון ההתפתחות והאבולוציה, וכדבריו ב-"אורות הקודש ב": "תורת ההתפתחות, ההולכת וכובשת את העולם כעת, היא מותאמת לרזי עולם של הקבלה יותר מכל התורות הפילוסופיות האחרות. ההתפתחות ההולכת במסלול של התעלות, היא נותנת את היסוד האופטימי בעולם, כי איך אפשר להתייחס

בחר בדרך לא שגרתית, ובשלושת שיעורי הפיזיקה הראשונים של השנה הוא לימד את הכיתה אבולוציה ביולוגית כדרך להמחיש עבורם ולו חלקיק ממשיך חיי היקום. ברור לי וגם לו כי אילו זכו התלמידים להשכלה טובה וברורה בתורת האבולוציה, לא היו מצטטים תשובות המגיעות מן הדת ולא מן הידע המדעי הקיים ברשותנו על ההיסטוריה.

לפיכך הבנת האבולוציה יכולה לתרום גם להבנת הפיזיקה, הכימיה ולתחומים רבים אחרים. בספרו משנת 2010, "האופטימיסט הרציונאלי", משתמש איש המדע מאט רידלי בקונספטים של "אבולוציה של רעיונות" (הכוללים הזדווגות של רעיונות זה עם זה כדי להביא לעולם רעיונות מוטנטיים חדשים) כדי להסביר על יצירותיו וחדשנות. לפי רעיון זה, המוזיקה עוברת אבולוציה מדור לדור, וכך גם האמנות בכללותה. אפילו הפסיכולוגיה כבר כוללת בתוכה ענף של "פסיכולוגיה אבולוציונית" המסביר חלק מדפוס ההתנהגות שלנו באמצעות תורת האבולוציה. בקצרה, אם אתם רוצים לאפשר לתלמידים להבין את העולם - למדו אותם אבולוציה.

אבל מה אם התלמידים יתנגדו?

התנגדויות נפוצות לאבולוציה

בחלקו השני של המאמר אתייחס למספר התנגדויות נפוצות שמעלים אנשים (לרוב כאלו שמעולם לא קראו ספרים רציניים בנושא) כנגד האבולוציה. ראוי שכל המורים המתכוונים ללמד על אבולוציה, יהיו מודעים לטענות שהם עלולים לשמוע מצד התלמידים או ההורים, וכך יוכלו לענות עליהן ברצינות ולעומק. יש לזכור גם כי רבות מהטענות מגיעות מתוך חוסר הבנה של התאוריה ומתוך חשיפה למידע קלוקל ומוטה שאותו ניתן למצוא בכל מקום ברשת האינטרנט. מידע זה עלול לטעון את דעתם של התלמידים בשליליות, ויש לפרוק את המטען בזהירות וברצינות מלאה בדיון מעמיק בטענות המועלות.

הטענות נשענות לרוב על שלושה בסיסים: על בסיס דתי, על בסיס חברתי או על בסיס מדעי. הבסיס לרבות מהתשובות שאני כותב כאן הגיע מתוך הדו"ח המעמיק של האקדמיה הלאומית למדעים בארצות-הברית: "ללמד על אבולוציה וטבע המדע".



בשעה שרואים שהכל מתפתח ומתעלה?"

תחזיות ברמה המתחרה עם תאוריית הכבידה של ניוטון או עם תאוריית האבולוציה. ביום שבו לא תצליח תורת האבולוציה להסביר את המציאות - ביום זה היא תוחלף בתאוריה שתוכל להסביר את כל הנתונים הקיימים. אך נכון להיום, עדיין אין תאוריות מתחרות לאבולוציה.

חלק מהמתנגדים לאבולוציה אינם מבינים לעומקה את השיטה המדעית, והם סבורים שנטייתם של המדענים 'לקפוץ' מתאוריה אחת לאחרת מעידה על חולשת התאוריות. האמת שונה מאוד: דווקא הנכונות לנטוש מודלים מחשבתיים שהוכחו כשגויים, ולעבור לחדשים שהוכחו את עצמם, היא זו המבטיחה כי התאוריות המדעיות ימשיכו להסביר את המציאות בצורה הטובה ביותר.

מכל הסיבות הללו, ורבות אחרות שתקצר היריעה מלהכיל, תורת האבולוציה אינה דת, אלא תחום מדעי מכובד שמקומו בשיעורי המדע והביולוגיה.

התנגדויות על בסיס חברתי

התנגדות רביעית: האמונה באבולוציה גרמה לשואה!

שאלה זו מועלת תכופות, וקיים קושי להתמודד עמה מכיוון שיש לה בסיס של ממש. אדולף היטלר השתמש בממצאים מדעיים מסולפים שלפיהם קיים הבדל משמעותי בין האינטליגנציה, החריצות והיופי של 'גזע' האדם השונים, כדי להצדיק את הטבח ביהודים שנחשבו לבני הגזע הנחות. שימוש זה בתאוריה מכונה "דרוויניזם חברתי", והוא מבוסס על אי-הבנה של תאוריית האבולוציה. למעשה, אילו היה דרווין חי בעת מלחמת העולם השנייה, בוודאי היה מתחלחל לנוכח השימוש המעוות שנעשה בתאוריה שפיתח.

כאשר התווה דרווין את תורת האבולוציה, התבססו ממצאיו על כך שהאינדיבידואלים המתאימים ביותר לסביבה בכל דור, הם אלו שנבררים, ותכונותיהם מועברות באופן מועדף לדור הבא. הנאצים החליפו את המילה "מתאימים" ב-"חזקים" וטענו שרק החזקים שורדים, וכל היתר ראויים להיכחד. סילוף זה של התאוריה הצדיק את שואת היהודים, הצוענים, ושאר ה'גזעים' שאליהם הפנה היטלר את זעמו.

חלק מאנשי הדת מצליחים לקבל את האבולוציה בהסתמכם על הטענה כי התורה אינה ספר מדע, ויש ללמוד ממנה בעיקר ערכים ומוסר, ולא לפרש באופן מילולי את תיאור מעשה הבריאה כאילו היה אמת לאמתה. אחרים סבורים כי תיאור מעשה הבריאה מדויק, אך פירוש המילה "יום" בתורה שונה מפירושו בהווה. כלומר, בעבר נמשכו הימים מיליוני שנים, ובמהלכם התפתחו הצמחים ובעלי-החיים שעל פני האדמה. כולם טוענים כי ההתפתחות האבולוציונית מונחת בכוח עליון, אך מכיוון שלא ניתן להבין את רצונותיו או את מניעיו של כוח עליון זה, לא נראה שיש בכך איום על תאוריית האבולוציה. כך או כך או כך, אנו רואים כי גדולים וחכמים בתורה מוכנים לקבל את האבולוציה ולהטמיעה במערכת האמונות שלהם.

התנגדות שנייה: למה מלמדים את האבולוציה אבל לא את הגרסה הדתית לבריאת העולם?

התנגדות זו נשמעת בעיקר באמריקה, אך כמו אוזני נחשפתי אליה גם בסמינר 'התקרבות לדת' שבו ביקרתי לפני יותר מעשור. התשובה היא שלדת יש מקום משלה בבית הספר: בשיעורי הדת, ולעתים גם בלימודי תושב"ע, מולדת ומורשת. בשיעורים אלו נוהג ללמד את הגרסה הדתית, אך אפילו שם מציינים המורים תכופות כי לא תמיד ניתן לפרש את התורה באופן מילולי, אלא כמקור ללקחים מוסריים וערכיים בלבד. כדי להבין את העולם הפיזי, לעומת זאת, אנו עורכים ניסויים מבוקרים ושיטתיים ולמדים מתוצאותיהם. כלומר, אנו מסתמכים על המדע. ההפרדה בין הדת ובין המדע מקובלת על מדענים ורבנים רבים, וראוי להשאיר על כנה.

התנגדות שלישית: האם האבולוציה אינה דת בפני עצמה?

דתות מתאפיינות בעיקר אמונה מסוימים שמהם לא ניתן לסטות, ושאינם דורשים הוכחות אמפיריות (כלומר, תלויות במציאות) לנכונותם. המדע, לעומת זאת, מגבש תאוריות כגון האבולוציה באמצעות בדיקה חוזרת ונשנית של נתונים, עדויות והוכחות. התאוריות המדעיות נבנות על בסיס אוסף עצום של אלפי ראיות המתגבשות ביחד ליצירת מודל מחשבתי המסוגל לספק תחזיות מהימנות לעתיד. טרם התגלתה עדיין דת המסוגלת לספק



גיבוי לסיפורה. דרווין היה אגנוסטי (כלומר, לא היה בטוח בקיומו של האל), ומעולם לא שינה את דעתו בנושא האבולוציה. שלושת ילדיו של דרווין הכחישו אף הם את הסיפור, והתייחסו אליו במילים "הזיה" ו"בדוי לגמרי".

אף על פי כן יש לשאול: ומה אילו דרווין היה אכן מתכחש לתאוריית האבולוציה על סף מפתן המוות? גם במקרה זה לא היה היגיון רב להתנגדות לאבולוציה המובעת כאן. אנשים עושים דברים מוזרים לפני מותם, ובמדע אנו מתייחסים לראיות חדשות בלבד. דרווין רשאי להתנצר או להתגייר, להתגלות כפושע מועד או רוצח המוניים. כל הנקודות האישיות הללו המעידות על אופיו אינן משנות דבר וחצי דבר לגבי התאוריות המדעיות שאותן קידם: רק הניסויים בשטח הם הקובעים אם נקבל את תורת האבולוציה או לאו. ונכון להיום התאוריה עדיין מבוססת על מכלול ראיות גדול יותר מזה של כל תאוריה אחרת.

התנגדות שיטית: אני לא מאמין באבולוציה, והוראתה בכיתה מעליב ופוגע בי אישית!

טענה זו נסמכת בדרך-כלל על מחשבה שגויה מצד התלמידים כי האבולוציה מנוגדת לדת שבה הוא מאמין. ניתן לנטרל התנגדות זו באמצעות הבהרה שלפיה אפשר להיות יהודי, נוצרי או מוסלמי מאמין, ועדיין לקבל את עקרונות האבולוציה. הבהרה זו אמורה לסלק את ההתנגדות, אך יש מקום לדון ולהעמיק בנושא בכיתה משלוש זוויות נוספות, כדלקמן.

ראשית, האם ראוי כי בשל תחושת עלבונם הפרטית של התלמידים, ייחסך מתלמידי הכיתה כולה חומר לימוד אשר יעזור להם בהמשך החיים? שנית, מה יקרה אם נסלק מן הסילבוס את כל חומרי הלימוד שעלולים להעליב תלמידים אלה או אחרים או אפילו קבוצה שלמה באוכלוסייה? האם אנו מסייעים בכך לאותם אנשים נעלבים, או רק עוזרים להם לחיות באשליה שנושא זה

האם עלינו להפסיק ללמוד את האבולוציה רק מכיוון שסולפה והופנתה כנגדנו? מבחינתי, ברור שהתשובה שלילית. בדיוק להפך: עלינו ללמוד את התאוריה על בוריה, כדי להבין כיצד הפכה כלי-נשק כנגדנו, וכדי שנוכל להסביר לאלו שעדיין דוגלים בדרוויניזם החברתי עד כמה הם טועים. דווקא ההימנעות מלמידת התאוריה, היא זו שאינה מאפשרת לנו להתגונן מפני שימוש מסולף בה שעלול להיות מופנה נגדנו בעתיד.

התנגדות חמישית: דרווין עצמו לא האמין בתאוריית האבולוציה!

קיימות טענות רבות שלפיהן דרווין עצמו לא האמין בתאוריית האבולוציה או הכחיש אותה כשהיה על ערש דווי. ההיסטוריון והתאולוג ג'יימס מור מתאר בספרו "האגדה של דרווין" טענה מסוג זה, שאותה הוא שומע תכופות בהרצאותיו (Moore, 1994).

"האם ידעת שצ'רלס דרווין התנצר לפני שמת? זה נכון. קראתי על זה פעם בספר - או שאולי היה זה עיתון? אני שוכח. בכל מקרה, אבא שלי סיפר לי על זה קודם, בזמן שלמדתי ביולוגיה בבית הספר. הוא אמר שדרווין ויתר על תאוריית האבולוציה שלו על ערש דווי ושם מבטחו בתנ"ך. לא,

אני לא זוכר מאיפה אבא למד את זה. אני חושב שהוא אמר שזה היה בעלון שהוא מצא בכנסייה. אבל שאלתי אנשים אחרים, וגם הם יודעים על ההתנצרות של דרווין. הם אומרים שליידי אחת שמעה את זה מפיו ממש. שמה היה "הופ" [תקווה -ר.צ.], אני חושב. זה לא נפלא? דרווין בילה את כל חייו בלחימה בבריאה, ואז ברגע האחרון הוא קרא את התנ"ך והאמין. איזו עדות לכוחה של מילת האלוהים!"

ממש באותו עמוד בספר שבו מתאר מור את התנצרותו לכאורה של דרווין, הוא עונה לעצמו מיד ומסביר כי מדובר במיתוס ותו לא. אותה ליידי הופ המתוארת, טענה בשנת 1915 כי נפגשה עם דרווין זמן קצר לפני מותו, ושמעה מפיו את הווידי הנ"ל. על אף שייתכן שהופ ביקרה את דרווין לפני המוות, לא ניתן למצוא ולו שמץ של



כלל אינו קיים - וכך לא יהיו מוכנים לקראתו כאשר העולם החיצוני יטפח על פניהם?

אחרון חביב, חשוב להדגיש כי אין חובה שהתלמידים יקבלו את עקרונות האבולוציה כאמת לאמתה, על אחת כמה וכמה אם הם חשים שהם מנוגדים לאמונותיהם. התלמידים לא ייבחנו על אמונותיהם ורגשותיהם בנוגע לאבולוציה, אלא על הידע שרכשו בשיעורים לגביה. הם יוכלו לראות באבולוציה סוג של תרגיל מחשבתי ותו לא, ועדיין יקבלו ציונים גבוהים כל עוד יסבירו כראוי את התאוריה ואת עקרונותיה במבחנים.

התנגדויות על בסיס מדעי

בחלק זה של המאמר אני חש חובה לציין אמת כאובה: לא קיימות התנגדויות מדעיות רציניות לתורת האבולוציה! זוהי אמת כאובה כל כך משום שתלמידים והורים רבים בטוחים שקיימות שפע של ראיות מדעיות נגד האבולוציה. הם קוראים על 'ראיות' שכאלו בספרי דת ובעלוני דת, באתרי בריאתנות ברשת (כלומר, אתרים שמנסים לקדם את הרעיון שהעולם נברא על-ידי אל) ואפילו שומעים אותן מפיות שליחי חב"ד, מניחי תפילין ומחזירים בתשובה ברחוב. המשמעות היא שכמעט כל התנגדות המועלית כנגד תורת האבולוציה על בסיס מדעי-לכאורה, מבוססת למעשה על חוסר הבנה של התאוריה, חוסר הבנה של השיטה המדעית או חוסר הבנה של הראיות שעליהן מסתמכת התאוריה.

לצערי, לא ניתן לעבור בתת-סעיף של מאמר אחד על כל ההתנגדויות הפסידו-מדעיות לאבולוציה, ולכן אסתפק בסקירה קצרה של העיקריות שבהן, ואתווה מספר תשובות מומלצות. ניתן למצוא עוד שפע של תשובות לכל שאלה וטענה אפשרית בתחום האבולוציה במאגר המידע הגדול ביותר של המין האנושי: ברשת האינטרנט.

התנגדות שביעית: האבולוציה היא רק תאוריה, והרבה מדענים כלל אינם מאמינים בה!

המקור לבלבול בטענה זו הוא כפול. ראשית, האבולוציה היא באמת רק תאוריה, אך פירוש המילה 'תאוריה' במדע הוא שונה מפירושה בחיי היום-יום. כאשר ילדי אומר לי "אבא, יש לי תאוריה

שתביא לי דינוזאור ליום ההולדת", הוא משתמש במילה 'תאוריה' כדי להציג רעיון שאינו מבוסס ואינו נתמך בראיות שבשטח (למעשה, הבאתי לו רובוטריק). לעומת זאת, תאוריות מדעיות הן רעיונות שגובשו ונבנו על סמך אלפי ועשרות-אלפי ראיות, ניסויים וחיצויים שהתגשמו. תאוריות מדעיות הן למעשה הרעיונות החזקים והנתמכים ביותר במדע, ועל כן הן מקובלות כמעט על כל המדענים. על אלו נמנות תאוריית האבולוציה, תאוריית הכבידה, תאוריית הקוונטים ואחרות.

הטענה השנייה שלפיה מדענים רבים אינם מאמינים באבולוציה, הופרכה אף היא כבר מזמן. בשנת 2006, בתגובה לעליית הקולות הקיצוניים שקראו לחדול מלימודי האבולוציה, חתמו עשרות המוסדות האקדמיים הלאומיים הגדולים בעולם (כולל האקדמיה הלאומית למדעים בישראל) על מסמך המצהיר כי עקרונות האבולוציה מקובלים מדעית, וראוי ללמדם בבתי הספר [ובאוניברסיטאות](#).

כדאי לדעת שלעתים מועלים ציטוטים מן האוב של מדענים מפורסמים, הפוסלים לכאורה את האבולוציה. כך, למשל, נוהגים אתרים בריאתניים לצטט את הפליאונטולוג הידוע סטפן ג'יי גולד שכתב: "העובדה שמאובני מעבר [כלומר, מאובנים של בעלי-חיים שעברו אבולוציה ממין אחד לאחר - ר.צ.] הם נדירים ביותר, נחשבת לסוד מקצועי של הפליאונטולוגיה."

ובכן, האם גולד סבור שתורת האבולוציה אינה נכונה? מסתבר כי גולד עצמו יצא בשצף קצף נגד אלו שניסו לצטט רק את המשפט הנ"ל ולהציגו כאילו הוא מכחיש את תאוריית האבולוציה. בקריאה רחבה יותר של המאמר כולו, מסתבר כי גולד רק קידם תיקון לאבולוציה שלפיו קיימות תקופות קצרות של אבולוציה מהירה (ולכן קשה למצוא מאובנים של בעלי-חיים מאותן תקופות מעבר מהירות), ותקופות ארוכות יותר של אבולוציה אטית. ציטוטים נבחרים רבים מצד ביולוגים מפורסמים, שניתן לפרשם כאילו הם מתנגדים לאבולוציה, מגיעים לכותרות בשל אותה 'טעות' בפרשנות של המתנגדים לאבולוציה.

התנגדות שמינית: איך אנחנו יכולים לדעת שהאבולוציה נכונה, אם אי-אפשר לראות אותה בפעולה?



איור 1. דגם של ארכיאופטריקס, המוצג במוזאון להיסטוריה טבעית בז'נבה. הדגם צולם ע"י המשתמש Rama [בוויקיפדיה](#)

נוכחים בכל מקרה שבו תפוח נופל על הקרקע מהעץ.

התנגדות תשיעית: האבולוציה אינה יכולה להיות נכונה, מכיוון שהיא סותרת את החוק השני של התרמודינמיקה!

החוק השני של התרמודינמיקה קובע כי אי-הסדר שבמערכת סגורה יעלה באופן מתמיד עם הזמן. מכיוון שהאבולוציה מביאה במקרים רבים ליצירת סדר (מולקולות דנ"א הן בהכרח בעלות צורה סדורה יותר ממולקולות מים בתמיסה) - לא ייתכן שהאבולוציה מתרחשת במערכת הסגורה של כדור-הארץ.

טענה זו הייתה עשויה להיות נכונה אילולא התקיימה עובדה אחת: כדור-הארץ אינו מערכת סגורה כלל! החוק השני של התרמודינמיקה מאפשר לסדר להתפתח במערכת, ובתנאי שהמערכת מקבלת אנרגיה מבחוץ. ואכן, מדי שעה כדור-הארץ זוכה לקבל מהשמש כמות אנרגיה שמספיקה לכל צורכי הקיום של המין האנושי לשנה שלמה. אנרגיה זו מאפשרת לתהליכים יוצרי-סדר, וביניהם גם לאבולוציה, להתרחש על פני כדור-הארץ.

כפי שהוסבר קודם במאמר, אנו רואים את האבולוציה בפעולה מדי יום. אנו חווים על בשרנו את תוצאותיה בחקלאות וברפואה ובוחנים במעבדות כיצד יצורים נחותים כחיידקים, זבובים ועכברים עוברים אבולוציה. גם ניסויים בהנדסה גנטית חושפים כיצד מוטציות פשוטות בגן בודד יכולות לגרום לשינויים מרחיקי-לכת בפנוטיפ (כלומר, בצורה החיצונית) של האינדיבידואל המוטנט, ובכך להביא ליצירת מינים ביולוגיים חדשים.

התנגדות נפוצה נוספת באותה רוח טוענת כי איננו יכולים למצוא עדויות למינים ההופכים למינים אחרים בכוח האבולוציה. למשל, כלב העובר אבולוציה ללווייתן. טענה זו שגויה מיסודה. ראשית, קיימים מאובנים המראים חלק משמעותי מהשרשרת האבולוציונית שבכוחה הפך יצור דמוי-היפופוטם ללווייתן במשך מיליוני שנים. קיימים גם מאובנים המשרטטים את האבולוציה של הסוס, מיצור הדומה בגודלו ובמראהו לכלב וניזון מבשר, לסוס הגדול והצמחוני של ימינו. מאובנים אחרים מדגימים את המעבר מדינוזאורים לציפורים (חוליית המעבר הידועה ביותר בין הזוחלים לציפורים מכונה ארכיאופטריקס, ומוצגת למטה), את המעבר מדגים לדו-חיים הניחנים ברגליים, והרשימה עוד ארוכה.

בנוסף, על אף שאיננו יכולים לחזור אחורנית בזמן ולצפות בכל התפתחות אבולוציונית בעודה מתרחשת, אנו יכולים לקבל עדות נוספת באמצעות בדיקת הקוד הגנטי שנושאים כל היצורים החיים כיום. כימות המוטציות שהתרחשו בקוד הגנטי מאז שהתפצלו אותם אורגניזמים מאבותיהם הקדומים, מסייע לנו לפענח את קשרי המשפחה ביניהם, ותומך בתמונת העולם שחושפים המאובנים.

ניתן כמובן לטעון כי כל העדויות הללו הן נסיבתיות בלבד, וכי אנו יכולים לקבל רק ראיות שנראה במו עינינו. אלא שטענה זו שומטת את הקרקע מתחת לכל המדע כולו, ובעצם גם מתחת לחוקי הלוגיקה הבסיסיים. כדבריו של פרופ' ישעיהו ליבוביץ, "אינני חושב, אני יודע שהייתה אבולוציה. כמו שאני יודע - לא מאמין - שקיימת יבשת אוסטרליה, אף שלא ראיתי מעודי." (Wikipedia, 2014) במילים אחרות, ליבוביץ אינו דורש לראות את אוסטרליה במו עיניו. הוא יודע שהיא קיימת עקב מכלול הראיות הגדול התומך בנוכחותה על פני כדור הארץ. כך גם אנו מוכנים לקבל את אמינותה של תאוריית הכבידה על אף שאיננו יכולים להיות



עדיין אינה מספקת תשובה טובה למורכבות, וזאת מסיבה פשוטה אחת: היצורים חיים אמנם מורכבים, אך הם גדושים ועשירים בטעויות תכנון, שכל יוצר תבוני היה מתבייש בהן.

ניתן להביא דוגמה לכך מהמקרה המוזר של "עצב תיבת הקול הטועה". בכל פעם שאנו רוצים להגות מילים, נשלחת ההוראה דרך עצב מיוחד היוצא מהמוח, יורד עד הלב - ועולה בחזרה לגרון כדי להפעיל את בית הקול. מדוע שלא יעבור המידע ישירות אל בית הקול, במקום לעשות סיבוב שלם בחלל החזה? התשובה טמונה באבולוציה. בבני-דודנו בעלי הסנפירים, הדגים, אפשר למצוא שהמוח והלב סמוכים מאוד זה לזה, ולכן העצב המסוים שיתפתח לעצב של בית הקול צריך לעשות דרך קצרה בלבד. אלא שבמהלך ההתפתחות מדגים ליונקים נותר אותו עצב 'תקוע' לצד הלב, ולכן הלך והתארך עד כדי ממדים לא-פרופורציוניים. ברור שיוצר ומתכנן תבוני היה מסדר את אותו עצב בגוף כך שייקח את הדרך הקצרה יותר.

ניתן למצוא עוד שפע של מקרים שבהם המתכנן התבוני נכשל בתפקידו באופן מחפיר למדי. שני הבינה שלנו, למשל, הן שייר ושריד לתקופה שבה אבותינו הקדומים נהגו ללעוס רקמה צמחית, ולסתותיהם היו גדולות יותר, ולכן סיפקו מקום רב יותר לצמיחת השיניים. עם חלוף הזמנים השתנתה התזונה האנושית, ולסתות קטנות יותר החליפו את מקום הלסתות הגדולות. ברם, שני הבינה המשיכו לצמוח, וכיום הן עדיין צצות לקראת שנות העשרים לחייו ומזיקות עד כדי כך שיש צורך לעתים לעקור אותן כדי למנוע היווצרות דלקת.

אפילו האוזניים שלנו מעידות על עברנו האבולוציוני. קופים פרימיטיביים, כקופי המקוק, מסוגלים להניע את אוזניהם באמצעות שרירים רבי-עוצמה המחוברים אליהן. שרירים אלו התנוונו במהלך האבולוציה מקופים לקופי-אדם. עדיין ניתן למצוא את השרירים הללו בבני-האדם, בשימפנזים ובאורנגאוטנים, אך הם כמעט ואינם מתפקדים. אנו איננו מזיזים עוד את האוזניים ומסתפקים במקום זאת בסיבוב הראש כולו - יכולת שאינה שכיחה אצל הקופים. מדוע שיבחר אותו מתכנן תבוני למקם שרירי אוזניים שאינם פעילים בבני-האדם? זוהי שאלה שלא ניתן לענות עליה, אך תאוריית האבולוציה מספקת עבודה תשובה ניצחת.

עלי לציין כי התשובה לטענה זו ברורה כל-כך לכל אדם המבין במדעים, שהעלאת הטענה עצמה גובלת בשרלטנות ובהונאת הדעת. הצגתי התנגדות זו במאמר הנוכחי רק מכיוון שלצערי ולתדהמתי נתקלתי בפרופסור מכובד למדעים, אך מאמין בבריאתנות, שניסה להביא כדרך לשלילת האבולוציה, על אף שהוא עצמו חוקר ידוע בתחום הכימיה ואמור להכיר את חוקי התרמודינמיקה על בוריים. זוהי דוגמה נוספת לדרך שבה נושא כמו האבולוציה מקשה על מחשבה ביקורתית, במיוחד כאשר המתנגדים בטוחים שהאבולוציה שומטת את הבסיס מתחת לאמונותיהם הדתיות.

התנגדות עשירית: מורכבותם של החיים מחייבת מתכנן.

מקורה של טענה זו במשל "שעון הזהב" של הכומר פיילי, שאותה העלה כבר לפני מאתיים שנים. הכומר ניסה לטעון כי ממש כפי ששעונים - מכונות מורכבות - מיוצרים על-ידי האדם, כך גם האדם נוצר על-ידי גורם תבוני. בטיעון זה קיימות שתי בעיות. ראשית, בני-אדם אינם שעונים, ושעונים אינם בני-אדם. שעונים אינם מסוגלים להתרבות, אין להם דנ"א שמוטציות אקראיות יכולות להתחולל בו, והם אינם משנים את צורתם מדור לדור או נאבקים זה עם זה על הזכות להעמיד צאצאים שישרדו. כלומר, האנלוגיה כולה שגויה מן היסוד. הבעיה השנייה במשל היא בטענה כי קיים צורך ביוצר כדי להביא לקיום סדר בעולם. אנו יודעים כי צורות בסיסיות של סדר יכולות להתרחש כתוצאה מתהליכים טבעיים. מדי דקה נופלים על העולם פתיתי שלג רבים מספור, שכל אחד מהם ניחן בצורה גאומטרית מסודרת ויפהפייה משלו. האם באמת יד האלוהים (או היוצר הנסתר) נמצאת בכל אחד מאותם פתיתי שלג? באופן דומה, כאשר פוספוליפידים (חומצות שומן בעלות ראש הידרופילי) מושלכים לתמיסה מימית, הם מסתדרים בצורה של כדור חלול, המזכיר מאוד את צורתם של תאים אנושיים. האם גם כאן פעל אותו יוצר?

האמת היא שחוקי הטבע מספיקים כדי ליצור סדר, ובעת ראשית החיים הם גם הספיקו כדי להביא ליצירת צורות החיים הבסיסיות ביותר שיכלו להשתכפל. כמובן, מורכבותו של הגוף החי כיום גדולה בהרבה מזו של כדוריות שומן או מזו של פתיתי שלג. אלא שגם אז, טענת "שעון הזהב" (או המורכבות הבלתי-מוסברת)



סיכום

מאמר זה נועד לסייע למורים להבין את החשיבות בהוראת תורת האבולוציה, ולספק להם כלים ראשוניים באמצעותם יוכלו להתמודד עם התנגדויות וטענות כנגד האבולוציה. כמובן, לא ניתן ללמד את "התורה כולה על רגל אחת", אך הבסיסים המובאים כאן אמורים להקנות למורה דיי חומר למחשבה שאותו יוכל להעביר גם לתלמידים העקשנים ביותר.

ואף על פי כן, הקשיים עוד יהיו רבים.

אנו נכנסים כעת לסוג של תקופת מעבר במערכת החינוך, בה התלמידים בחטיבות הביניים זוכים לראשונה להיחשף באופן מסודר וברור לתאוריית האבולוציה. רוב התלמידים מגיעים כ"לוח חלק" ושואפים להבין את התאוריה שעליה שמעו חלקי מידע פזורים. אחרים חונכו מהבית או מהאינטרנט לסלוד מן התאוריה ולהגחיק אותה. חשוב להבין שדרך חשיבה שכבר התבססה בקרב אותם ילדים, לא תשתנה בקלות או במהירות. לכן גם אין צורך לדרוש מהם לקבל את התאוריה או להאמין בה. לכל היותר אפשר לדרוש מהם לדעת את החומר בנוגע לתאוריית האבולוציה. ואם הם עדיין נחושים בדעתם שלא ללמוד אותה, הרי שהדבר יכול להוביל לדיון מרתק בכיתה בנוגע להתנגדויותיהם לאבולוציה. במסגרת הדיון יכולים המורים להראות עד כמה הידע של אותם ילדים בנוגע לאבולוציה לוקה בחסר, ומכאן ואילך ניתן להציע להם ללמוד את התאוריה על בוריה כדי שיוכלו 'להבין את האויב'.

זוהי, כמובן, הצעה בלבד. כל מורה בפני עצמו יחליט כיצד לגשת להוראת תאוריית האבולוציה ולהנחילה לתלמידים. על"י להודות כי אני מקנא במורים שיעשו זאת בהצלחה, ומקנא אף יותר בתלמידים הרבים שיזכו לראשונה להיחשף באופן מלא ליופיו ולמורכבותו של היקום, ויבינו את הקשר הקיים והמחבר בין כל אדם, חיה וצמח. זכות גדולה נפלה כאן בידי המורים, להאיר את עיניהם של ילדים ולהעשיר אותם בידע, שחכמים ורבים כל-כך שקדו במהלך הדורות ללקט ולגבש לכדי תאוריה מבריקה אחת.

בהצלחה!

רשימת ספרות

יחס היהדות לתורת האבולוציה (2014, 27 2). אוצר מ-Wikipedia
http://he.wikipedia.org/wiki/יחס_היהדות_לתורת_האבולוציה

מניב, ע. (2012) בתיכונים כבר לא לומדים על האבולוציה. אוצר ממעריב nrg.
<http://www.nrg.co.il/online/1/ART2/332/531.html>

Dean. (2005, 2 1). Evolution Takes a Back Seat in U.S. Classes. Retrieved from The New York Times:
http://www.nytimes.com/2005/02/01/science/01evo.html?_r=0

Fordham Institute, Advancing Educational Excellence. (2012). The State of State Science Standards 2012; .

Gassmann, Petzold-Maxwell, Clifton, Dunbar, Hoffmann, Ingber, & Keweshan. (2014). Field-evolved resistance by western corn rootworm to multiple *Bacillus thuringiensis* toxins in transgenic maize. PNAS.

Keim, B. (2014, 3 20). Voracious Worm Evolves to Eat Biotech Corn Engineered to Kill It. Retrieved from The Cornucopia Institute:
<http://www.cornucopia.org/2014/03/voracious-worm-evolves-eat-biotech-corn-engineered-kill>

Moore, J. R. (1994). The Darwin Legend. Baker Pub Group.

National Academy of Sciences. (1998). Teaching About Evolution and the Nature of Science. Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from
http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=5787

