

רפלקציה על טבע המדע בחינוך מדעי

- לאחרונה גוברת המודעות בדבר הצורך לשים דגש על לימודי מדעים במערכת החינוך הבית ספרית. הדוגלים בכך מציגים מספר טיעונים, המשלימים אחד את השני, שהם:
- ❖ חברה מודרנית זקוקה לבעלי מקצועות עם רקע מדעי מבוסס בתחומים: מדעים, הנדסה, רפואה וטכנולוגיה. היענות לדרישה זו מחייבת לא רק להעביר לתלמידים את התוכן של תכנית הלימודים, אלא לעורר בהם עניין במדע ולהעלות את המוטיבציה שלהם להמשיך בקריירה בתחומי המדע והטכנולוגיה לאחר סיום לימודיהם בבית הספר.
 - ❖ מדע הוא היבט חשוב של התרבות המודרנית ולכן לימודי מדע נתפסים כחלק מהחינוך הליברלי (" Liberal Education"), בדומה למוזיקה או לאמנויות.
 - ❖ לימודי מדע מכינים תלמידים לאזרחות מלאה בחברה הטכנולוגית המודרנית ולכן אוריינות מדעית היא תנאי הכרחי לתפקוד מלא בחברה טכנולוגית, וליישום הבחירות המוענקות לאזרחים על ידי החברה הדמוקרטית. הדגש על לימודי מדע מביא לפיתוח תכנית לימודים נרחבת, הכוללת את מגוון הנושאים החשובים בתחומים, למשל, ביולוגיה, כימיה, פיסיקה, מדעי כדור הארץ ומדעי החלל. בפועל, למורים לא מוענק הזמן הדרוש לבחינה של כל נושא לעומק וככל שגדלה כמות הנושאים שיש לכסות, כך מצטמצם הזמן המוקדש לכל אחד מהם. גישה זו, אינה מותירה מקום למעורבות עמוקה ואף מפחיתה את המוטיבציה להמשיך בקריירה מדעית לאחר סיום בית הספר ואינה מאפשרת לתלמידים להבין מה זה מדע ומה טיב הידע המדעי.

מערכת שעות מקדמת של לימודי מדע צריכה להתמקד לא רק בלימודי המקצועות הרלוונטיים, אלא עליה להתמקד גם בלימוד על אודות המדע, תוך איזון בין הקניית התוכן של התפיסות המדעיות מודרניות לבין ההבנה של התהליכים המדעיים המביאים ליצירת ידע חדש. התמקדות בתהליכים המדעיים חשובה לשם מתן מענה מיטבי לכל שלושת הצרכים העומדים מאחורי הדגש על לימודי מדע. ככל שהתלמידים מכירים טוב יותר את התהליכים של החקר המדעי ושל החשיבה המדעית, כך יהיה להם קל יותר להמשיך בכיוון זה לאחר סיום בית הספר. מבחינה זו, הבנה לעומק של כמה רעיונות בסיסיים והתמצאות בתהליכים של החקר המדעי חשובים יותר מאשר מידע נרחב, אך שטחי יותר, על אודות מגוון רחב של נושאים. גישה זו מאפשרת הכנה טובה יותר לקריירה בתחומי המדע והטכנולוגיה והיא גם מטיבה עם כלל התלמידים בכך, שהיא מכינה אותם לחיים האזרחיים. ולכן על החינוך למדעים בבית הספר להתמקד יותר בתהליכים המדעיים מאשר בתוכן. ספרות מקצועית ענפה מוקדשת לביורור טיב המדע ומאפייניו. נסקור בקצרה כמה מההיבטים הבסיסיים של המדע והידע המדעי, שחייבים לקבל ביטוי במסגרת לימודי מדעים בבתי הספר.

אופי הידע המדעי

במסגרת לימודי המדעים בבתי הספר מקובל להציג כעובדה מוגמרת את הידע המדעי המודרני, כתיאור בלעדי של הטבע וכאמת מוחלטת. אולם, מדע אינו מתיימר להגיע לאמת אבסולוטית ואינו מציג עובדות. הוא מתמקד בבניית תיאוריות – דגמים בעלי יכולת ניבוי, שמנסים לפרש את המציאות. במרכז המדע עומדת הצגת תיאוריות ודגמים על סמך השקפה מדעית רחבה, שמדי פעם עוברת שינוי ו/או מתחלפת. חקר המדע המודרני מכיר בכך, כי תיאוריות מדעיות אינן מייצגות אמת אבסולוטית וכי מדע גם לא חותר לכך - הוא ממשיך

התקציר מבוסס על המאמר:

Taber, K. S. (2017). Reflecting the nature of science in science education. In: Taber, K. S. & Akpan, B. (Eds.), *Science Education*. Rotterdam: Sense Publishers, 23-37.

להשתמש למטרות מסוימות בפרדיגמות ישנות, שכיום נתפסות כמוטעות (לדוגמת שימוש בחוקי הפיסיקה הניוטונית). הבנה כיצד פועל המנגנון של יצירת הידע המדעי תאפשר לתלמידים להבין גם את טיבו הטנטטיבי.

מהות המתודה המדעית

תהליך הסקת החוקים המדעיים על פי כללי האינדוקציה מגביל את תקפות הידע המדעי ואינו יכול לשמש תחליף להוכחה דדוקטיבית-לוגית. אמנם, אינדוקציה מהווה רק חלק מהתהליך המדעי, אך תלמידי בתי ספר מקבלים רושם מוטעה, כי תיאוריות מדעיות נוצרות בעקבות סדרת ניסויים, אולם בפועל הדרך הנפוצה ביותר של התקדמות הידע המדעי התיאורטי היא התפתחות על בסיס תיאוריה הקודמת למחקר האמפירי. התפיסה הפשטנית של המדע טוענת, כי מדענים בודקים את רעיונותיהם באמצעות הניסויים, שמאשרים או מפריכים אותם, כאשר הניסוי במעבדה משחזר את התנאים הטבעיים ומעניק אפשרות לשנות את המשתנים. תפיסה זאת אינה מדויקת משום שתחומי מדע שונים אינם מסתמכים על הניסויים היזומים מסיבות מעשיות או אתיות (כגון מדע החלל או איסור על ניסויים לא אתיים בתחום מדעי ההתנהגות), אלא מסתמכים על גישת התצפית. מדענים משתמשים בדגמים ובסימולציות לבדיקת רעיונותיהם, אך לעתים קרובות עצם בניית דגם איכותי מהווה אתגר מדעי מורכב. גם כאשר נערכים הניסויים ה"קלאסיים", לא ניתן לראות בהם הוכחה או דחייה ישירה של התיאוריה, משום שבדרך כלל ניתן לפרש כל תוצאה ניסויית מכמה זוויות תיאורטיות.

גבולות המדע

אחת השאלות העיקריות של פילוסופיית המדע היא שאלת הגבולות – כיצד להבחין בין מדע לצורות ידע אחרות? כיצד להתייחס לתפיסות על אודות הטבע, שקיימות בתרבויות אחרות? לעתים נטען, כי הקריטריון של הידע המדעי הוא הצטברות ידע וקיום אינטראקציה בין התפתחות התיאוריה לממצאים חדשים במהלך המחקר. שאלת גבולות המדע קשורה גם לשאלות על מגבלות הידע המדעי ולגיטימיות צורות הידע, וחוויות אנושיות אחרות. יש להכיר בכך, כי לא נכון לצמצם את כל סוגי הידע הלגיטימיים לידיע המדעי בלבד. בעבר, בתוך המדע שלטה הגישה הרדוקציוניסטית, שניסתה להסביר את המערכות המורכבות באמצעות פירוקם לגורמים ולתהליכים פשוטים. תפיסה זאת הניבה פירות בעבר, אולם בעשורים האחרונים התפחה מגמה הדוגלת בחשיבה מערכתית, תוך הכרת הצורך להתייחס למערכות מורכבות ברמות שונות. על המורים למדע לפתח את מודעות התלמידים לגישות שונות כלפי הידע המדעי. עליהם להכיר לא רק בהישגיו העצומים של הידע המדעי, אלא במגבלותיו האינהרנטיות בכל מה שקשור לתיאור הטבע.

הקשר התרבותי של המדע

דיונים אודות טיב המדע מתמקדים במידה שבה הגילויים המדעיים הם תלויי הקשר תרבותי. על פניו, מדע אמור להיות אובייקטיבי ולא לנבוע מתפיסות תרבותיות, אולם הידע המדעי הוא תיאורטי ולכן הוא נשען על מונחים קונצפטואליים, שהתפתחותם מתרחשת בהקשר תרבותי מסוים. תומס קון (Kuhn, 1970) וממשיכיו פיתחו את תיאוריית התפתחות המדע, כשינוי של פרדיגמות מדעיות רחבות והראו כי פרדיגמות אלה שזורות בהקשר התרבותי הרחב והן אינן ניתנות להשוואה, משום שזווית הראייה של המדען מלכתחילה נוצרת על סמך פרדיגמה מדעית מסוימת. עובדה זו מקשה על ביצוע הערכה אובייקטיבית של תפיסות אחרות.

לוגיקה ויצירתיות של המדע

חשיבה לוגית נתפסת בצדק כאחד המאפיינים המרכזיים של הידע המדעי והוא נשען לא רק על לוגיקה, אלא גם על יצירתיות. החשיבה הלוגית והחשיבה היצירתית משלימות זו את זו והן מייצרות מכלול המאפשר את התקדמות המדע. לכן, זה לא נכון לשים דגש רק על הצד הלוגי, "המדעי", של מקצועות מדעיים בבתי הספר.

על התלמידים לדעת להשתמש בדמיון על מנת לבחון אפשרות של דרכי חשיבה חדשות. חשוב לציין שחלק ניכר מהידע המדעי מועבר באופן עקיף ועליו נשענת גם האינטואיציה המדעית.

ההיבט האנושי של המדע

מקובל לראות במדע מערכת אובייקטיבית ולכן מצופה מהמדען לשים בצד את תחושותיו האישיות ולהתמקד בתפיסותיו המקצועיות, ולהפריד בין זהותו האישית לזהותו המקצועית. אולם, תמונה זאת רחוקה מהמציאות. בפועל, הגורם הסובייקטיבי הוא חלק אינטגרלי מהזהות המדעית והוא משחק תפקיד חשוב – חיובי או שלילי – בהתמודדות עם האתגרים המדעיים העומדים על הפרק. היסטוריה של גילויים מדעיים רבים – כמי גילוי ה-DNA – מראה כיצד הגורמים הלא מדעיים, כמו למשל, נכונות לשתף פעולה, חברויות, תחרות ודעות קדומות – ממלאים תפקיד משמעותי ביותר בהתפתחות המדע.

ההיבט המוסדי של המדע

חשוב להאיר את המאפיינים של המוסדות המדעיים ותפקידם בהתפתחות המדע המודרני. מבחינת המבט האנתרופולוגי, מדע מהווה תת-תרבות עם מוסדות וירטואליים מפתחים. הצלחה בחקר המדעי דורשת שיתוף פעולה והשתתפות בקהילה המדעית, ובפרקטיקות חברתיות הקשורות למוסדות המדעיים. בעולם המדעי המודרני, הסטריאוטיפ הנפוץ של מדען כגאון בודד, המגיע לגילויים מדעיים במנותק מהקהילה המדעית, הפך למיושן.

האופי הרטורי של המדע

הצלחת בקריירה המדעית תלויה במידה ניכרת ביכולת לשכנע את הקהילה המדעית בחשיבות התוצאות שהתקבלו, בסבירות הגבוהה של הפירוש המוצע ובהשוואה לפירושים אלטרנטיביים. לשם כך, דרושות מיומנויות רטוריות מפותחות. המאמר המדעי מהווה תוצר רטורי שבנוי לפי הכללים המדוקדקים של הצגת החומר. במסגרת לימודי המדעים בבתי הספר חשוב להתמקד גם בהקניית המיומנויות הרטוריות החיוניות לשיח המדעי, כגון: הצגת המידע בצורה עקבית ומשכנעת, סינון החומר, הדגשת נקודות עיקריות על חשבון ממצאים שוליים, ועוד.

לסיכום, לימודי "מדע כללי" במסגרת לימודי המדעים בבתי הספר אמורים להקנות לתלמידים את התובנות לגבי טיב הידע והמחקר המדעיים. בניגוד לסטריאוטיפים המושרשים בתרבות ההמונית, ידע מדעי אינו ודאי וקבוע. בתחומים רבים ונרחבים הוא נמצא בתהליך של זרימה מתמדת. ידע זה אינו מתיימר להציג את האמת המוחלטת, אלא מביא תיאורים תיאורטיים קוהרנטיים, המפרשים את הממצאים הנבחרים על ידי כללים אפיסטמולוגיים ברורים. המדע אינו נטול הקשר. הסביבה התרבותית,

החברתית והגורם האנושי מהווים חלק אינטגרלי ממנו. על מעצבי תכניות הלימודים ועל המורים למדעים לפעול לקידום תפיסה נכונה של טיב המדע בכללותו ומקומו של הידע המדעי. לשם כך, עליהם להציג עמדות מדעיות שונות ומגוונות, לעמוד על הפולמוסים המדעיים בעבר ובהווה, למקד את השיעורים, לשים פחות דגש על הקניית מידע ויותר על החוויות והתהליכים של החקר המדעי.