

## מאפייני המחקר המדעי וההבדל בין תצפית לניסוי

### מחקר מדעי מהו?

לפני כמה עשורים הגדיר החוקר, קרלינג, את המחקר מדעי באלה המילים: בדיקה שיטתית, מפוקחת, אמפירית ונתונה לביקורת, של תופעות טבעיות, המתבססת על תיאוריה והשערות על הקשר שבין תופעות טבעיות אלו. מטרת המחקר המדעי היא לגבש חוקים כלליים שימזגו ידע קיים, יסבירו את התופעות ויאפשרו לחזות אירועים שעדיין לא התרחשו. מהימנותו של מחקר מדעי נבחנת, בין השאר, ביכולת לחזור עליו. לכן אין ערך למחקר ללא פרסומו במדויק על כל פרטיו. המסקנות חייבות להתבסס על עובדות מתועדות שנמדדו בניסוי ובתצפית ועל נתונים שנותחו בהתאם לכללים מתמטיים בינלאומיים.

המחקר המדעי מנסה לגבש **תיאוריה** שהיא למעשה מערכת של מושגים הקשורים זה בזה. המושגים הם משתנים שמנסים להסביר את התופעה הנבדקת באמצעות הקשרים ביניהם. כל מחקר מדעי אמין מחייב עמידה בכללי יסוד ברורים שהחשובים שבהם: הצבת בעיית (שאלת) מחקר, הבודקת קשר בין משתנים. כל שלבי היסוד של המחקר המדעי מבוססים על משתנים אלו: השערת המחקר, הבקרה, הגורמים הקבועים במחקר, אופן איסוף הנתונים במחקר, הצגתם וניתוחם. מחקר מדעי אמין מתייחס אך ורק למשתנים האמורים. על החוקר לבודד את השפעתם של משתנים נוספים העשויים להשפיע על התוצאות. אנחנו מכנים זאת בשם: בידוד משתנים. כאשר התיאוריה שהמחקר מתבסס עליה מורכבת, על החוקר לבצע מחקרי משנה אחדים שביחד הם יוצרים תמונה כוללת המאפשרת הבנה של התופעה הנבדקת. אם לדוגמה ננסה לחקור את תהליך גדילת צמח כלשהו באמצעות מעקב אחר התארכות הגבעול, אחר העלייה במסת הצמח או אחר מדד אחר שנבחר, נבצע כמה מחקרים שכל אחד מהם יבדוק את השפעתו של גורם אחר על תהליך הגדילה: השפעת עוצמת האור, השפעת הטמפרטורה או השפעת המים.

### המשתנים במחקר המדעי

במערך מחקר של ניסוי מבחינים בין שני סוגים של משתנים: משתנה בלתי תלוי – גורם שהחוקר משנה או קובע אותו במחקר כדי לבדוק את השפעתו על התופעה הנחקרת. המשתנה הבלתי תלוי מכונה כך כיוון שהחוקר הוא שמבצע בו שינויים והם אינם נובעים מהתופעה הנבדקת. משתנה תלוי – השינויים בו עשויים להיות תלויים בגורם הנבדק במחקר, כלומר במשתנה הבלתי תלוי.

### ההבדל בין תצפית לניסוי

תצפית:

צפייה בתופעה טבעית ומדידת משתנים הקשורים בה בלי להתערב ולנסות להשפיע על התוצאות. החוקר אינו משנה משתנים נבדקים ואינו משפיע על התוצאות המתקבלות. הוא רק קובע את מערך המשתנים שבהם תתמקד התצפית שלו. החוקר יבחר לבצע תצפית במקרים שבהם אינו מכיר את כל המשתנים הקשורים בתופעה או כאשר

אינו יכול לשלוט בהם. עם זאת יכול החוקר לבדוק קשר בין משתנים וגם למדוד משתנים. כך למשל בבדיקת פעילות של נמלים יעקוב החוקר אחרי שעות הפעילות ביממה, אחרי המרחקים מהקן שהנמלים מגיעות אליהם או מסלולי תנועתן. הוא יכול למדוד גם טמפרטורה ולחות יחסית של האוויר כדי לראות אם יש קשר בין התנהגות הנמלים למשתנים אלה. אך הוא אינו יכול לשלוט בהשפעתם של כל הגורמים הפועלים בשטח ולכן הוא יכול לגלות רק מתאם בין משתנים ולא קשר סיבתי ביניהם.

#### ניסוי:

התערבות במהלך התופעה הטבעית כדי להוכיח את הקשר בין המשתנה התלוי למשתנה הבלתי תלוי. ההתערבות נעשית תוך כדי בידוד משתנים וביצוע בקורות מתאימות או במילים אחרות, החוקר מבצע שינוי מתוכנן וידוע מראש של המשתנה הבלתי תלוי ובודק כיצד משפיע השינוי על המשתנה התלוי. אם נחזור למחקר הנמלים, יכול החוקר להוסיף מכשולים בדרך או מזון ולראות כיצד תשתנה התנהגות הנמלים. זהו ניסוי שדה כי החוקר אינו יכול לשלוט בו על כל המשתנים. כדי שיוכל לבדוד משתנים על החוקר לבצע ניסוי מבוקר בתנאי מעבדה.

### דוגמאות לתצפיות ולניסויים בספר הלימוד

כאשר בודקים את תכונת המסיסות של חומרים בנוזלים מבצעים תצפית ולא ניסוי. התלמידים בוחרים אילו חומרים יערבבו עם המים כדי לבדוק את מסיסותם במים, אך הם אינם מנסים להשפיע על תכונת המסיסות אלא רק צופים בה. לכן זו תצפית לכל דבר. כך גם בתצפית הבודקת אם נוזלים שונים קופאים במקרר או בתא ההקפאה של המקרר או כאשר בודקים את קצב הנשימה של דגים במים בטמפרטורה מסוימת. לעומת זאת כאשר מחממים מים או נוזל אחר ובודקים כיצד משתנה הטמפרטורה שלהם עם הזמן אנחנו מבצעים ניסוי משום שאנחנו מתערבים במערכת - מחממים את המים (או נוזל אחר) ובודקים כיצד משפיע החימום על הטמפרטורה שלהם.

גם אם נרצה לבדוק כיצד משפיעה טמפרטורת המים על קצב הנשימה של דגים עלינו לבצע ניסוי: נשנה את טמפרטורת המים ונבדוק כיצד משתנה קצב הנשימה של הדגים. בניסוי כזה מובן שלא נחמם את המים אלא נעדיף להכין כמה כלים עם דגים ועם מים בטמפרטורות שונות.

בהפניה למשימות בספר הקפדנו על ההבחנה בין תצפית לניסוי. כדי לא להקשות על התלמידים, כדאי לציין בפניהם שבניסוי אנחנו **מתערבים** ומשנים גורמים כדי לבדוק את השפעתם על תופעה נחקרת. בתצפית אנחנו בודקים תכונות ולפעמים גם מבצעים מדידות מתאימות כדי לברר יותר במדויק את התכונות או המאפיינים של התופעה הנחקרת, אבל אנחנו לא משנים משתנים שיכולים להשפיע על התכונות האלה, כמו למשל שינוי הטמפרטורה כדי לבדוק מסיסות של חומרים במים או כדי לבדוק השפעת הטמפרטורה על קצב הנשימה של הדגים במים.