

הנושא: אינטואיציה בעולמות משתנים

הוכן ע"י: עוזי מלמד.

תקציר: במאמר מציג המחבר את המושג אינטואיציה, כמסביר את אחד האופנים לרכישה של ידיעה, והמושגים הנקשרים אליו לפי פרופ' פישביין. נעשית הבחנה בין שני טיפוסים של ידיעה: הידיעה הפורמלית והידיעה האינטואיטיבית, מוסברים המושגים: טעות אינטואיטיבית, מודל פורמלי ומודל אינטואיטיבי. לתמיכה בתיאוריה מוצגות תוצאות של מחקר שבדק תפיסות של תלמידים באשר למושגים מתחום המכניקה הניוטונית.

מילות מפתח: חשיבה, קוגניציה, אינטואיציה, ידיעה פורמלית, ידיעה אינטואיטיבית, טעות אינטואיטיבית, טעויות אינטואיטיביות, מודל פורמלי, מודל אינטואיטיבי, מדע, תיאוריות מדעיות, עקביות, מחקר, פרופ' אפרים פישביין, מכניקה, מכניקה ניוטונית.

החומר פורסם במסגרת: על"ה 26, קיץ תש"ס, 2000, עמודים 9-12.

החומר מכיל בנוסף לעמוד הפתיחה: 4 עמודים.

אינטואיציה בעולמות משתנים

עוזי מלמד

תמ"ח – תכנון מערכות חינך

הידיעה האינטואיטיבית אינה צריכה למילים ולמושגים זוהי ידיעה מובלעת, המסתתרת מאחורי הקלעים' אנו קונים אותה במהלך חייונו בלי כוונה לקנותה היא מצויה עמנו בלי שניתן עליה את דעתנו אין אנו שואלים כיצד אנו יודעים אותה ואין לנו צורך להסביר את טיבה אנו כה בטוחים באמיתותה עד שאין היא צריכה צידוק היא בבחינת 'מובן מאליו' שאינו צריך הוכחה

הידיעה האינטואיטיבית, במשמעותה זו, איננה אינסטינקט היא אמנם סמויה, בעלת אופי אינטרינזי, היא נקנית בלא יודעין, אבל בתהליך קוגניטיבי ברור לא אכנס כאן להבחנה בין אינטואיציה ראשונית לבין אינטואיציה שניונית, אבל שתיהן תוצר של תהליך קוגניטיבי, שתיהן נלמדות איינשטיין טען שאפילו פיזיקאי רוכש מחצית מן הידע הפיזיקלי שלו עד גיל 3 הפיזיקאי הצעיר בוודאי לא קנה את הידע הזה בדרך פורמלית וביודעין הוא קנה אותו מתוך ניסיון ישיר, העובר מעל למושגים ולהוכחות הפורמליות, וחודר אל תוך התחום של הבנה אמפטית, שאינה צריכה לניסוחים מדעיים ולצידוק לוגי אפילו הפיזיקאי, גם לאחר שהתברר, אינו יכול להשתחרר מן הידיעות האינטואיטיביות, הטבועות בתפיסתו

הכרתי את פרופ' אפרים פישבין בלימודי לקראת התואר השני מאז השיעור הראשון ששמעתי מפיו לא עזבתי אותו הוא היה המנחה שלי גם לתואר השני וגם לתואר השלישי

הגעתי לקורס של פרופ' פישבין מתחום המדעים, בטוח ביכולתה של השיטה המדעית לחשוף את כל צפונות הטבע ולהבין את חוקיו באתי לשמוע את תורתו טעון בהכרה, שההיגיון הצרופ שולט בקוגניציה וכל מה שאינו כך הוא לוגיקה לקויה, בורות וחוסר הבנה ואז פגשתי לראשונה במושגי האינטואיציה והסתבר, שאנו קונים ידיעה על הטבע לא רק בדרך השיטתית, המדעית מפגש זה שינה את תפיסת עולמי בנוגע לחשיבה המדעית, בנוגע לאופן שבו אנו 'יודעים' את החוקיות של תופעות הטבע

פרופ' פישבין עשה הבחנה ברורה בין שני טיפוסים של ידיעה

הידיעה הפורמלית, המנוסחת בהיגדים וסמלים פורמליים, ונעזרת באופרציות לוגיות כדי להסביר אותה ולהוכיחה הידיעה הפורמלית נקנית מתוך התכוונות, מתוך קשב שיטתי לסביבה החוצית כל היקש ומסקנה הנובעים ממנה מחייבים צידוק, אימות לוגי והוכחה פורמלית

חוסר ידיעה מחקרים רבים הראו שתלמידים אשר גילו ידע טוב במבחנים פורמליים במתמטיקה, בפיזיקה, או בתחומים אחרים, השיבו תשובות לא נכונות כאשר הם התבקשו להשיב באופן ספונטני על שאלות, שאינן מבקשות הסתמכות על ידע פורמלי טעויות אינטואיטיביות הן, כנראה, תשובות המדלגות על הידע הפורמלי של התלמיד ותוזרות אל הידיעות האינטואיטיביות הדמויות, המסתתרות מאחורי הקלעים ומזנקות משם כברק בשעת הצורך, בעוצמה של 'מובן מאליו'

קשה לדעת בוודאות מתי תשובות שגויות הן 'טעויות' אינטואיטיביות רוב המחקרים הניחו ששאלה בלתי כמותית, המבקשת תשובה ספונטנית, שאינה צריכה לניסוחים פורמליים ולצעדי היקש לוגיים, תפיק תגובה אינטואיטיבית נוסף על כך, תשובה שגויה לשאלה כזו היא 'טעות' אינטואיטיבית, אם אפשר להראות שתלמיד יש ידע פורמלי מספיק כדי לענות עליה נכון.

הלכנו צעד נוסף ואמרנו, שטעות היא אינטואיטיבית אם אפשר להצביע על מודל שהוליד לתשובה השגויה כלומר, טעות אינטואיטיבית אינה עומדת לעצמה, אלא היא חלק ממבנה שלם, חלק ממודל מאחורי טעות כזו מסתתרת תפיסה שלמה, תורה קוהרנטית, שהתשובה השגויה היא חלק ממנה

למעשה, אנו תופסים את תופעות הטבע באמצעות מודלים תופעות ומושגים המזינים את הפעילות הקוגניטיבית שלנו מקבלים משמעות אינטגרלית רק באמצעות מודלים

המודל מייצג חלק מוגדר של תופעות טבע, ואת הכללים המקשרים ביניהם הוא מציג איזו תת-מערכת של היקום, יחיד עם חוקי הפעולה שלה המודל מפרש את החוקיות ואת העקביות של קבוצת תופעות, מסביר את קשרי הגומלין בין התופעות ומאפשר לנו למצוא פתרונות לבעיות ולהשיב תשובות לשאלות בתחום שאותו מייצג המודל.

תפקידו של המודל מחייב אותו להיות נאמן למקור איזה מקורי למשל, אם מדברים על תורת החשמל איך התלמיד יכול לראות את החשמל כדי שיהיה לו מקורי או, אם מדברים על חוקי המכניקה של ניוטון, איזה מקור יש לו לתלמידי חוקי ניוטון אינם 'מקורי' התלמיד אינו פוגש את

הידיעה האינטואיטיבית

אינה צריכה למילים

ולמושגים. זוהי ידיעה

מובלעת, המסתתרת

מאחורי הקלעים. אנו

קונים אותה במהלך חינו

בלי כוונה לקנותה. היא

מצויה עמנו בלי שנתן עליה

את דעתנו. אין אנו שואלים

פיצו אנו יודעים אותה ואין

לנו צורך להסביר את טיבה.

אנו פה בטוחים. באמתותה

עד שאין היא צריכה צידוק.

היא בפחיתת 'מובן מאליו'

שאנו צריכים הופחתה.

כל ידיעה פורמלית גוררת עמה, בלא דעת, תמונת עולם סמויה, עם תחביר משלה, שמקורה באותה חבנה אמפטית, באותן ידיעות אינטואיטיביות, המובלעות בתפיסתנו ידיעות אינטואיטיביות מטות את התשובות של תלמידים ומביאות אותם לידי מה שאנו מכנים 'טעויות אינטואיטיביות'

טעויות אינטואיטיביות הן תשובות שגויות, שסיבתן איננה

חוקי ניוטון במציאות היומיומית 'המקור' שלו היא המציאות כפי שהוא תופס אותה מתוכה ברור לו, למשל, שכדור כבד יפול מהר יותר מכדור קל מתוך המגע היומיומי עם העולם הממשי, כפי שהוא נתפס באמצעות החושים, בונה לו הילד (אולי עוד לפני שהגיע לגיל 3), מודלים אינטואיטיביים של תופעות שונות

המודלים האינטואיטיביים הם חושיים מטבעם, הם מצויים עמנו ומובלעים בתוכנו בלי שאנו נותנים עליהם את דעתנו הם אינם בהכרח מדויקים אבל יש בהם עוצמה של 'מובן מאליו' שאינו צריך צידוק הם עולים בתפיסתנו בלי שאנו מודעים לעצם קיומם ומספקים תשובות לשאלות ופתרונות לבעיות בדרך של הכרה מידית

תיאוריות מדעיות גם הן מודלים, המכונים 'פורמליים' משום שהם בנויים, בדרך שיטתית, ממושגים וסמלים פורמליים המודלים הללו מורכבים ממילים ומשפטים, נוסחאות מתמטיות, תבניות לוגיות וכיוצא בזה הם קיימים בידעין, לומדים אותם במתכוון ומשתמשים בהם מתוך כוונה מפורשת

כל מודל פורמלי מנוסח במודע, כדי לספק תצוגה מדויקת, עקבית ושלמה, של מערכת מקור כלשהי ושוב עולה השאלה איזה מקורי מהי אותה 'מערכת מקור' שאותה מבקש איש המדע לשקף באמצעות המודל הפורמלי שלו? גם כאן, 'המקור' הוא המציאות כפי שתופס אותה האדם, איש המדע תפיסתו של המדען מתבססת על תצפיות משוכללות ואובייקטיביות יותר מאלה שמספקים החושים במגעם הישיר והיומיומי עם תופעות הטבע המודל המציג את תפיסתו מנוסח במונחים ובהגדים פורמליים, יש בו חוקיות לוגית והוא מלווה בחסבר שיטתי ובצידוק רציונלי ובכל זאת, גם תיאוריות מדעיות אינן אלא פרי רוחו של האדם כל תיאוריה מדעית היא מודל פורמלי שיוצר מדען, מתוך תפישת העולם שהתגבשה ברוחו, יציר שכלו

היות שכך פני הדברים, ברור מדוע המודלים הפורמליים של חוקרי הטבע הראשונים היו קרובים למודלים אינטואיטיביים, למרות שנוסחו במושגים פורמליים הפילוסופים של העת העתיקה התבוננו בתופעות הטבע בתשומת לב ובשיטתיות, ניסו למצוא בהן חוקיות ולנסחן

בדרך רציונלית הם השתחררו במידה כלשהי מן המודלים האינטואיטיביים שעיצבו את תפיסתם, שיכללו אותם והפכו אותם למופשטים ואובייקטיביים יותר חוקרי הטבע שיבאו אחריהם יעשו צעד נוסף, וכך גם הבאים אחריהם

העולם, מנקודת מבטו של המדע, הולך ומשתנה. המדע מתפתח מדור לדור, עד שהגיע לתבניתו הנוכחית, וגם כאן הוא לא נעצר המודלים הפורמליים, יצירי רוחם של המדענים, עומדים ללא הרף תחת בקרה מושגית, אמפירית ולוגית כך הם ממשיכים להתפתח, נעשים יותר ויותר טהורים, מקיפים, אבסטרקטיים ואובייקטיביים, כך הם מתרחקים יותר ויותר מן ההשפעות של התפיסות האינטואיטיביות המידיות

מדענים, המרבים לעסוק ולחזק בתיאוריות המדעיות מטמיעים אותן עד שהם הופכים לגביהם למעין מודל אינטואיטיבי יש להם תוקף של 'מובן מאליו' שלא צריך להצדיק, הם מספקים להם תשובות לשאלות ופתרונות לבעיות באופן ספונטני, ללא צורך בתהליכי חשיבה וקורסיביים חוקי המכניקה של ניוטון הפכו, בתרבות המדעית שלנו, להיות מעין מודל בעל תוקף של אינטואיציה שניונית

לא כך הדבר לגבי תלמידים הפוגשים בבית הספר את תורת המכניקה הניוטונית התלמידים הללו כבר טעונים במודלים אינטואיטיביים מגובשים, שאינם מתאימים בהכרח למודל הפורמלי של המכניקה הניוטונית גם לאחר שלמד התלמיד את התורה החדשה, קיבל אותה והסכים עמה, עדיין לא יימחק מתפישתו המודל האינטואיטיבי, שהיכה שורשים בתודעתו במהלך הלימוד בבית הספר מנסה המודל הפורמלי, הניוטוני, לדחוק את המודל האינטואיטיבי מתודעתו של התלמיד לפעמים נראה כאילו צלח הדבר במבחנים פורמליים משיב התלמיד תשובות נכונות, על-פי המודל הניוטוני אולם, כאשר מתבקש התלמיד להשיב תשובות ספונטניות, מזנק המודל האינטואיטיבי ממחבואו ומספק תשובות שאינן הולמות בהכרח את המדע התקני

כדי לבחון אם באמת מבוססות הטעויות האינטואיטיביות של התלמידים על מודלים, שאלנו אותם שאלות, הנוגעות

12.3% מן התלמידים השיבו תשובות המבוססות על המודל הפורמלי של המכניקה הניוטונית 9.7% מהם השיבו תשובות שכולן נכונות 2.6% השיבו תשובות שחלקן שגויות, אבל סדרת התשובות, גם אלה השגויות וגם הנכונות, מבוססות על מושגים מתורת המכניקה הניוטונית

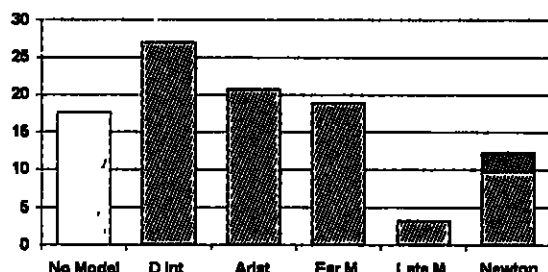
3.3% מן התלמידים השיבו תשובות עקביות המתאימות לתורת התנועה כפי שהחזיקו בה אנשי המדע של ימי הביניים המאוחרים

18.9% מן התלמידים השיבו תשובות עקביות המתאימות לתורת התנועה שהייתה מקובלת על המדענים של ימי הביניים המוקדמים

20.8% מן התלמידים השיבו תשובות המבוססות על תורת התנועה של אריסטו, תורה ששלטה בכיפה מן העת העתיקה, במשך למעלה מאלף שנים

27.0% מן התלמידים השיבו תשובות עקביות המבוססות על תפיסות אינטואיטיביות בעלות היגיון הנובע מן המגע היומיומי עם גופים בתנועה ובמנוחה

נציג את התוצאות הללו בתרשים



לחקי התנועה של גופים, המבקשות תשובות ספונטניות, לא צורך במושגים או בתהליכים פורמליים כלשהם השתמשו באותן שאלות המשמשות בדרך כלל לזיהוי של טעויות אינטואיטיביות אולם, הפעם הצגנו לכל תלמיד סדרה של שאלות המקיפות היבטים שונים של חוקי המכניקה ביקשנו לראות אם יש עקביות בסדרת התשובות שהשיב כל תלמיד על שאלות אלה

סדרת השאלות שהצגנו לתלמיד ומספר התשובות שכל תלמיד היה יכול להשיב עליהן, הציגו מספר עצום של קומבינציות אפשריות העברנו את המבחן למאות תלמידים ובדקנו אם יש קומבינציות מועדפות, החזרות על עצמן שוב ושוב, ובאיזו מידה יש בתשובות עקביות המעידה על קיומו של מודל שלם, בעל משמעות, שיכול לייצג איזו תפיסה קוהרנטית, איזו חוקיות הומוגנית של תנועת הגופים

התוצאות הראו שרק אצל 17.6% מן התלמידים לא יכולנו לזהות עקביות בסדרה של תשובותיהם, ולא יכולנו להצביע על מודל המכוון את התשובות האלה

82.4% מן התלמידים השיבו תשובות שנמצאה בהן עקביות סדרות התשובות של התלמידים התמקדו בחמישה טיפוסים של קומבינציות, ועקביות התשובות בכל קומבינציה מעידה על כך שהן מבוססות על מודל בעל חוקיות הומוגנית

המעניין בתוצאות, שארבעה מתוך חמשת המודלים דומים מאוד במשמעותם לתיאוריות הנוגעות לתנועת הגופים, שהיו מקובלות על המדענים בתקופות שונות של ההיסטוריה

