

הפילוסוף הראשון של המדע ששם לב שיש עיוותים אידיאולוגיים, בגלל גישות של מדענים, היה **תומאס קון** (kuhn). הוא היה פיזיקאי, והיה הראשון שאפיין איך מהפכות מדעיות נמנעות או משתנות לפי אינטרסים של מדענים.

קון מצא שיש כמה שלבים במהפכות מדעיות:

- 1) השלב הקדם פרדיגמי – זהו השלב שבו אנשי מדע תוהים על כל מיני תופעות, בעזרת ניסויים ללא תיאוריה, ואיסוף עובדות. נוצרות תיאוריות אחדות, המנסות להסביר את התופעות, והתיאוריה שמתאימה למרב הניסויים, ומשכנעת את רוב המדענים, הופכת לפרדיגמה. פרדיגמה = אוסף התיאוריה המדעית, המונחים, המושגים והמכשירים הקשורים בה. [לדוגמא: תורת החשמל, שהתחילה משפשוף משי בזכוכית, וראו שגם המשי וגם הזכוכית מושכים פיסות נייר. מכאן חקרו את הנושא, והגיעו לניסוי של **פרנקלין**, שהעיף עפיפון עם חוט מתכת בזמן סערת ברקים, ואכן קיבל מזה ניצוצות חשמל. בהתחלה חשבו שהחשמל הוא נוזל, ובנו מיכל שיאגור אותו, שנקרא **צנצנת לייגן**. הוא היה בנוי בתור שתי "מעטפות" מתכת, אחת פנימית ואחת חיצונית, כשביניהם פלסטיק. המדענים גילו כי נוצרים ניצוצות בין לוחות המתכת כשמחברים אותם ביחד.] [דוגמא נוספת: תיאוריות שונות בדבר כוכבי השמיים, אחת ע"י **קופרניקוס** (כדור הארץ מסתובב סביב השמש), והשנייה ע"י **פולומוס** (שקבעה שכוכבי הלכת מסתובבים סביב הארץ). התפתחו תיאוריות לגבי סיבוב כדור הארץ (ע"י מעגלים), עד ש**גלילאו** פיתח את הטלסקופ, שאישש את התיאוריה של קופרניקוס, והפריך את של פולומוס.]
- 2) מדע תקני – מחקר מדעי המבוסס על פרדיגמה המקובלת על רוב אנשי המקצוע. תפקיד המדע התקני הוא לבדוק ולאסוף עובדות בנושא, שלפעמים חלקן לא מוסברות ע"י הפרדיגמה (= "חידות"). במקרה זה, המדע התקני מנסה "לדחוף" עובדות אלה לתוך "המסגרת" שנקבעה ע"י הפרדיגמה. [לדוגמא: תופעת כוכב השביט (שהתגלתה ע"י **ניוטון**), לא הייתה מובנת, עד ש**הלל** חישב וניבא את מיקומו של כוכב שביט (הנקרא על שמו), וחזה שיהיה במקום מסוים 80 שנה אחרי, ובכך דחף את תיאוריית כוכבי השביט אל המסגרת.] במהלך שלב זה מצטברות עובדות שלא היו ניתנות להסבר ע"י הפרדיגמה, וזה מביא למשבר.
- 3) משבר מדעי – נוצרות תיאוריות נוספות שמנסות להסביר עובדות אלה (שהצטברו בשלב הקודם), המתחרות זו בזו (ובפרדיגמה). התיאוריה שמשכנעת את מרב המדענים ומסבירה את מרב התופעות הלא מוסברות, מתקבלת בתור פרדיגמה חדשה.
- 4) החלפת פרדיגמה – הקריטריונים לקביעת הפרדיגמה החדשה (התקפים גם בשלב 1) הם:
  - a. הסבר של יותר עובדות ניסיוניות.
  - b. פשטות (כמוסבר ע"י התער של אוקאם)
  - c. שיקולים אסתטיים.

הגורם העיקרי המפריע לקבלת פרדיגמה הוא התנגדות המדענים הותיקים המחויבים לפרדיגמה הישנה (לדוגמא: שימוש בתיאורית ניוטון הפחות מדויקת מאשר תיאורית איינשטיין, לחישובים יותר נוחים). דבר זה הביא את **פלאנק** לקבוע כי תיאוריה חדשה מתקבלת רק אחרי שהמדענים הותיקים המתנגדים לה מתים מזקנה. בנוסף, אמר קון כי תיאוריה חדשה נוצרת או ע"י מדענים צעירים שלא עבדו במסגרת הפרדיגמה הישנה, או ע"י מדענים ותיקים החדשים בתחום.

מכאן חוזרים לשלב 2, בצורה מעגלית.

הצורה המעגלית נשמרת תמיד, כמו שאמר **קארל פופר**, כיוון שאין אפשרות להוכיח באופן סופי תיאוריה מדעית, אלא המדע יכול רק להפריך תיאוריות.

תיאוריה מדעית היא תיאוריה המועמדת והניתנת להפרכה, ולכן תיאוריה שאי אפשר לנסות להפריך אותה איננה מדעית. פופר נתן דוגמאות לתיאוריות כאלה:

1. דת
2. מרכסיזם
3. פסיכו-אנליזה

בשיעור שעבר למדנו שקון אמר כי תיאוריות חדשות נוצרות ע"י מדענים צעירים (דוגמא מפורסמת: איינשטיין), או ע"י מדענים ותיקים, ששינו את תחום עבודתם. דוגמא לכך הוא **דלתון**, שהיה בהתחלה פיזיקאי, שעסק בערבוב גזים, והמיר את תחום עיסוקו לכימיה. בעקבות קון, קמה תורה של הפילוסופיה של המדע, שנקראת **רלטיביזם מדעי**, שטוענת שאין מדע אובייקטיבי. אפילו בתחום ההיסטוריה, בזמננו, יש את "ההיסטוריונים החדשים" – שטוענים שההיסטוריה אינה אובייקטיבית, אלא סובייקטיבית לפי עיני המספר. לדוגמא: הכחשת השואה ע"י נשיא איראן, והרבה אנשים בעולם המערבי והערבי, שטוענים כי השואה כלל לא התקיימה, למרות שיש עדויות רבות לכך. הרלטיביזם המדעי טוען כי המדע חסר ערך, כיוון שכל מדען יכול "ליצור" מדע משל עצמו.

נסקור כעת עיוותים אידיאולוגיים שקרו במהלך ההיסטוריה:

#### התנועה הפיתגוראית

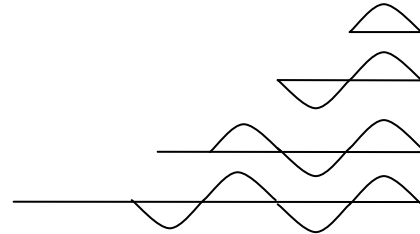
**פיתגורס** – נולד בשנת 570- באי סמוס בים האגאי.  
 בשנת 532- היגר מסמוס לקרוטון (בדרום איטליה)  
 בשנת 510- חורבן העיר סִפְרִיס ע"י קרוטון (אחרי שפיתגורס הקים את התנועה הפיתגוראית, והשתלט על העיר קרוטון).  
 בשנת 497- מרידה של אזרחי קרוטון בפיתגוראנים ומות פיתגורס  
 בשנת 450- (בערך), מרידה שנייה שבעקבותיה הושמדה התנועה הפיתגוראית ("השואה הפיתגוראית")

ביוון היו מספר שבטים. אחד מהם (הגדול שבהם) נקרא ה-**איונים**, ועל שמם נקראת המדינה בעברית ובערבית "יוון". לעומת זאת, הרומאים העדיפו שבט אחר, קטן יותר, שנקרא ה-**גריקים**, ועל שמם נקראת המדינה בלטינית "Greece". יוון הושפעה מאוד מה**פיניקים** (**קדמוס**, נסיך הפיניקים, הביא את הכתב ליוונים). ביוון שלטו **טיראנים**, שהיו מצביאים שתפסו את השלטון באזורים מסוימים בכוח. האי סמוס נשלט ע"י טיראן גם כן. שם נולד פיתגורס, ובמהרה למד אצל רוב חכמי יוון, ומשם המשיך ללמוד בארצות האחרות (כגון מצרים, פרס וכו'). כשחזר פיתגורס לסמוס, הוא הסתכסך עם הטיראן של סמוס, ולכן היגר לדרום איטליה, לקרוטון. שם מספרים כי הוא הגיע לביה"ס אחד (גימנסיום), ושם ביקש להרצות לפני התלמידים וההורים. לאחר ההרצאה, הסנאט של קרוטון הזמין אותו לעוד הרצאה, וכן הלאה. בעקבות ההרצאות והכוח שצבר, הוא הקים ארגון שקראו לו "האחווה הפיתגוראית", שם הם חיו חיי שיתוף.



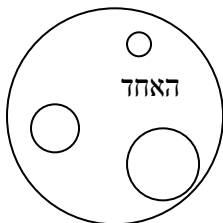
האחווה התנהלה בצורה היררכית, שבראשה שלט פיתגורס:

בנוסף, לאחווה הייתה דת. הדת הפיתגוריאנית התחילה בכך שפיתגורס עבר ליד נפחיה, ושמע נפח מכה על ברזל. להפתעתו, הוא שמע שהמכות מפיקות צלילים הרמוניים:

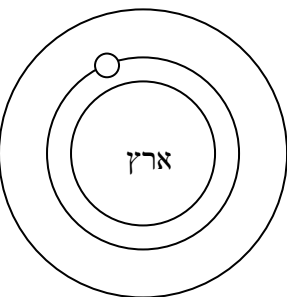


סיפור מפורסם מספר שהצבא הרוסי צעד על גשר, ובגלל קצב

ההליכות, שהיו מדייקות, והיו בדיוק בעוצמה והקצב הדרושים כדי להכניס את הגשר לרזוננס, הגשר קרס. כשפיתגורס ראה שה"יופי" של המוזיקה קשור למספרים טבעיים (כל גל הוא כפולה של הגל הראשוני במספר טבעי) הוא האמין שמהות העולם היא מספרים טבעיים – גם האלים ובני האדם מושפעים ונוצרו ע"י מספרים טבעיים. לפי התיאוריה הפיתגוריאנית, הכל מחולק לשני דברים: הגבול, והבלתי-מוגבל, והעולם נוצר ע"י כך שהגבול (האקטיבי), פועל על הבלתי-מוגבל (הפסיבי), ומחלק את היקום, ומבדיל ממנו את ה"אחד". ה"אחד" הזה "נושם" ו-"בולע" חלקים מהבלתי-מוגבל (היקום), וכך יוצר את שאר המספרים.



הפיתגוריאנים ייחסו כל דבר למספרים, לדוגמא: הנפש קשורה למספרים, ע"י כך שגררי האבק, שבחדר ריק נעים בתנועה בראולית, הם המרכיבים את הנפש. מבחינת האסטרונומיה, הם האמינו שכדור הארץ הוא המרכז, ומסביבו יש ירח שנע



מסביב כדור הארץ בספירה, שאר גרמי השמיים נעים בספירות גדולות יותר. היחסים בין הספירות השונות צריכים להיות של מספרים טבעיים. פיתגורס טען כי הספירות מפיקות מוזיקה, והסיבות שאנו לא שומעים את המוזיקה הזאת, היא שהמוזיקה היא מוזיקת רקע, ואנו רגילים אליה מאז שנולדנו, ולכן לא יכולים להבחין בה.

**חוק בודה (bode)**

בודה היה אסטרונום גרמני, שנולד בשנת 1766. הוא טען שאם נצא מהסדרה: 4, 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192 לכל מספר בסדרה, ונקבל: 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196. כעת, אם ניקח את המרחק של כדור הארץ מהשמש להיות 10, אז נקבל:

4	7	10	16	28	52	100	196	X
מרקורי	נוגה	ארץ	מאדים	קרב	צדק	שבתאי	אוראנוס	נפטון, לא מקיים

בשנת 1800 (ערב השנה החדשה), גילה אסטרונום כי במרחק 28 מהשמש, קיים כוכב בשם קרב. ואף בהמשך גילו כי במרחק 196, אוראנוס נמצא. אך בהמשך, התגלה כי כוכב נפטון לא מקיים את הרצף.

בשיעור שעבר למדנו על הפיתגוריאנים.  
 מילו, פיתגוריאני חשוב, נתקל בבעיה הבאה:  
 הוא מצא כי  $a^2 + b^2 = c^2$ .  
 היפסוס לקח את הבעייה הזאת,  
 והסתכל על המקרה הבא:  $a = b = 1 \Rightarrow c^2 = 2$ .

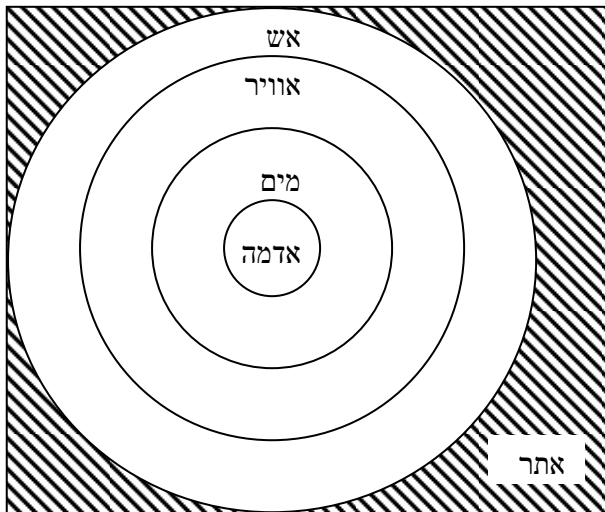
הוא הניח שקיימים שני מספרים מצומצמים,  $m, n$ , כך ש:  $\frac{m}{n} = \sqrt{2}$ . היפסוס פיתח את הנוסחה, ומצא כי:

$$m^2 = 2n^2 \Rightarrow \frac{m^2}{n^2} = 2 \Rightarrow \frac{m}{n} = \sqrt{2}$$

ומכאן מתקבל כי:  $m^2$  זוגי, ולכן  $m$  זוגי. מכאן ש- $2n^2$  מתחלק ב-4,

ולכן  $n^2$  מתחלק ב-2, ומכאן נקבל כי  $n$  מתחלק ב-2. זו סתירה לעובדה כי  $m, n$  מצומצמים. ולכן לא קיימים  $m, n$  כאלה, ולכן  $\sqrt{2}$  לא בנוי ממספרים טבעיים. הפיתגוריאנים התמודדו עם עובדה זאת, שלא כל העולם בנוי ממספרים טבעיים, ע"י כך שאסרו לפרסם את הממצאים, וקראו לממצא זה  $\alpha$  logos. השמועה התפשטה, וברחבי יוון גילו כי את האמת על הפיתגוריאנים, והתחילו מרידות נגדם. באחת הפגישות בביתו של מילו, בשנת -497, התאספו מתנגדי הפיתגוריאנים, שהיו המפלגה הדמוקרטית (כיוון שהפיתגוריאנים ביססו את שלטונם על האריסטוקרטיה של קרוטון), צרו על הבית, ולבסוף העלו אותו באש. רוב הפיתגוריאנים החשובים נספו בשריפה, אך פיתגורס הצליח להימלט. למרות המרידה, הפיתגוריאנים הצליחו לתפוס מחדש את השלטון, ושלטו עוד כ-47 שנה. לאחר מכן הייתה מרידה נוספת, מוצלחת יותר, שבה הושמדו רוב הפיתגוריאנים, וחלקן שרד בתור כת סגורה. הם המשיכו להתקיים ברחבי העולם, גם בתקופה המצרית והנוצרית. אחד המפורסמים בתקופה זו הוא פילולאוס (philolaus), שפיתח תיאוריה לפיה כל גרמי השמיים מסתובבים סביב "האש המרכזית", שהייתה מקום פולחן לזאוס, בנוסף הוא טען שלכל כוכב יש אנטי-כוכב. לפי דעת מספר חוקרים, הדת הדרוזית הושפעה משילוב של האיסלם, ושל הפיתגוריאנים.

תורת אריסטו

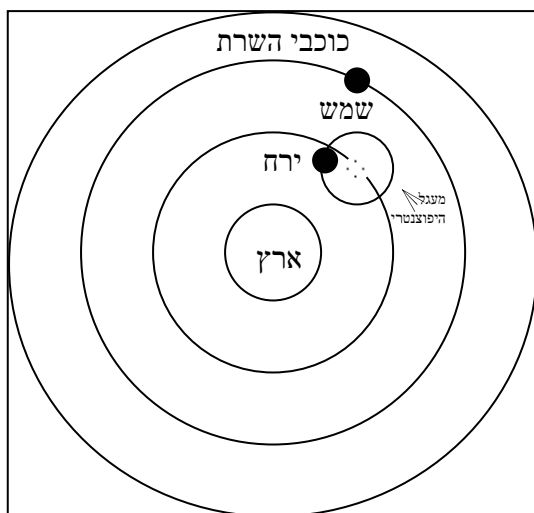


בתקופת יוון היו מספר אסכולות, שכל אחת טענה שהעולם בנוי מאדמה/אש/אוויר/מים. מי שאיחד את האסכולות, ויצר את האסכולה הכללית, היה **אריסטו**, שטען שהעולם בנוי משילוב של היסודות הנ"ל. אריסטו טען עוד כי היסודות במצבן הטבעי מסודרים כמו בשרטוט.

בנוסף, אריסטו טען כי יש 9 ספירות, כשבחיצונית יש את הכוכבים, ומחוץ לה נמצאים האלים.

הפיזיקה של אריסטו התבססה על:

1. פחד הריקנות, שטען כי הטבע לא מאפשר לריקנות להתרחש, לדוגמא, כאשר לוקחים גליל עם בוכנה ומושכים את הבוכנה מעל מים, המים יעלו ולא יאפשרו שתהיה ריקנות. (רק בתקופת הרנסאנס גילה טאווצ'ילי, שהיה עוזרו של גלילאו, כי אם שואבים מעל 10 מטר, נוצרת ריקנות, שנקראת ריקנות טאווצ'ילי)
2. בהעדר כוחות, כל גוף ינוע אל מקומו הטבעי (לדוגמא, הפלת חפץ, תגרום לרצונו לחזור לאדמה)

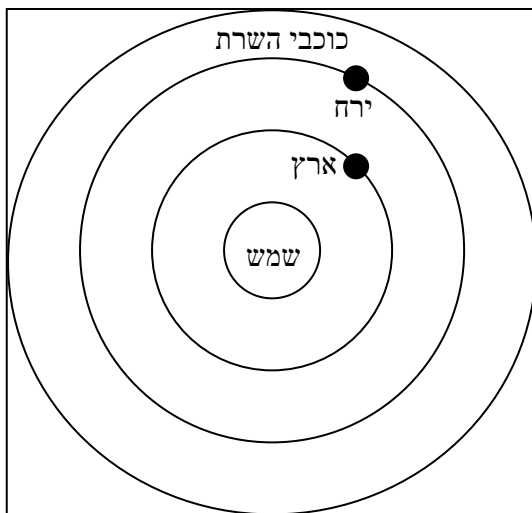


הם האמינו באסטרונומיה, כיוון שטענו שכל שינוי נעשה ע"י האלים, ועובר דרך "הגלגלים" עד שמגיע לכדור הארץ, בדרך הבאה. הם האמינו גם כי כל ספירה מונעת ע"י אחד האלים (לדוגמא, השמש ע"י **הליוס**) אולם, תצפיות מדעיות הראו כי ההנחה שהכוכבים נעים במעגלים מושלמים, אינה נכונה. לכן ניסו לתקן זאת ע"י הוספת מעגל, שמרכזו היא נקודה שעל המעגל הקודם – מעגל היפוצנטרי. הערבים בימי הביניים פיתחו את השיטה, והגיעו לכ-70 מעגלים היפוצנטריים כדי להגיע לדיוק.

הראשון שטען כי השיטה לא נכונה, וכי כל כוכבי השמיים מסתובבים סביב השמש, היה **אריסטרכוס מסמוס**. רוב כתביו אבדו, אבל **ארכימדס**, כשתיאר את האסטרונומיה של אריסטו, העיר כי אריסטרכוס לא מקבל את התיאוריה הזאת, ומכאן יש הוכחה לכך.

מצד הכנסייה, הייתה התנגדות חזקה למדע, כיוון שהכנסייה טענה כי התעסקות במדע מבזבזת את זמן האדם להתעסק בדברים החשובים (של הדת). ההתנגדות נבעה בעיקר מכיוון **אגוסטינוס הקדוש** (מהמאה ה-4). בתחילת הרנסאנס, הושפעה הדת מהפילוסופיה. בסביבות המאה ה-14, פילוסוף ערבי בספרד, ששמו **איבן רושד**, היה הראשון שקישר בין המונוטואיזם ותורת אריסטו. אחריו בא **הרמב"ם**, והכניס ליהדות קשר לתורת אריסטו. לאחר מכן, אחד מאבות הכנסייה, בשם **תומס אקווינס**, גרם לכנסייה לקדש את כתבי אריסטו. הוא טען כי "כל מה שהאדם יכול להגיע אליו בכוחות עצמו נמצא בכתבי אריסטו, וכל השאר זה התגלות אלוהית". לכאורה, הדת קיבלה את המדע היווני, אולם לא עבר זמן רב, וגילו כי התיאוריה הנכונה היא של אריסטרכוס (השמש במרכז), והדת הייתה בבעיה – כתבי אריסטו כבר קודשו, והכנסייה לא יכולה לשנות זאת (כיוון שהכנסייה לא יכולה לטעות).

המודל של הכנסייה הנוצרית הוסיף מידע והרחיב את תורת אריסטו, וטען כי במרכז העמוק בעולם, יושב השטן. מסביבו יש 9 מדורי גיהנום, כשהחיצוני ביותר היה לחוטאים הקלים. תיאוריה מפורטת נמצא בספרו של **דנטה**: הקומדיה האלוהית. **הסכולסטים** (scholars) הנוצרים גילו את חוק ההתמדה, וטענו כי כל גוף



ימשיך במסלולו. בנוסף הם טענו כי כל ספירה מונעת ע"י מלאך, במקום ע"י אל.

במהלך השנים, כומר פולני בשם **קופרניקוס**, משחזר את הראיון של אריסטרכוס, וטוען כי השמש היא במרכז היקום. הוא חישב ומצא כי צריך פחות מעגלים היפוציקלים בצורה זו, ולכן המתמטיקה שהיה צריך להשתמש בה יותר פשוטה. קופרניקוס לא העז לפרסם את התגלית שלו (למרות שהפרסום ראה אור ע"י הפרוטסטנטים, שהציגו את זה כגילוי של קופרניקוס). הוא חשש שהכנסייה תרצה לשרוף את כתביו, ולכן הוא הגן עליו במספר דרכים: א. הוא פרסם אותו קרוב

למועד מותו; ב. הוא הקדיש אותו לאפיפיור; ג. הוא כתב את הספר בשפה שמובנת רק לטובי האסטרונומים; ד. הוא נתן לספר שם מבלבל: "על הסיבובים של גלגל השמש", כאשר המילה "סיבובים" בלועזית הייתה "revolutions", רבולוציה. מכאן נלקח השם revolutions בתור "מהפכה".

בתקופת הרנסאנס היו 3 מהפכות קוניות (שינוי פרדיגמות, על שם קון):

1. המהפכה האסטרונומית (הקופרניקנית)

2. המהפכה בפיזיקה

3. המהפכה בביוולוגיה ורפואה.

חוק התנועה של אריסטו: "בהיעדר כוחות חיצוניים, כל גוף יחזור למצבו הטבעי ביחס למרכז היקום" הוא טען בנוסף כי כדור הארץ בעצמו "נפל" למקומו הטבעי, ממיקומו הראשוני הלא ידוע. חוק זה שימש את אריסטו להוכיח כי כדור הארץ לא מסתובב: הוא טען כי אם נזרוק אבן למעלה, בינתיים כדור הארץ יסתובב ממזרח למערב, והאבן תיפול מערבה ממקומה המשווער. לפי אריסטו (שחשב כמו פופר), ניסוי מדעי אחד מספיק להפריך השערה, אולם לפי קון, ניסוי אחד אינו מספיק, ויש לבצע עוד ניסויים (כיוון שאולי זה "חידה"). אריסטו האמין כי לכל חפץ דומם יש "רצון משלו", אולם הסכולסטיים הנוצריים, שהאמינו במונטואיזם, לא יכלו לקבל את התיאוריה הזאת, וניסחו חוק משלהם: חוק ההתמדה – בהיעדר כוחות, כל גוף ימשיך בתנועתו ובכוונו. ולכן אם נזרוק אבן למעלה, היא תקבל מומנטום, ולכן תמשיך להסתובב עם כדור הארץ. לכן, כדור הארץ אכן יכול להסתובב סביב צירו.

בהמשך, דקרט לקח את חוק ההתמדה ופיתח אותו, כשטען כי כל גוף בעל תנועה, חייב לקבל את הכוח שלו מגוף אחר, ואותו גוף חייב לקבל את הכוח שלו מגוף שלישי, וכן הלאה. לכן, אם היקום התחיל מזמן אינסופי ("לפני אינסוף זמן"), אזי סדרה אינסופית של תנועות, ללא צעד ראשון, לא יכולה להשפיע על ההווה. לכן, היקום חייב להתקיים זמן סופי, ולכן קיים אלוהים. הוא שאב את הרעיון הזה מהפרדוקס של זנון, שטען כי אם צב הולך בכל פעם חצי מהמספר הצעדים שצעד בפעם הקודמת, אז הוא לא יגיע אף פעם מנקודה A לנקודה B.

המהפכה בפיזיקה הייתה תנאי מוקדם למהפכה באסטרונומיה.

#### תאריכים במהפכה הקופרניקנית

1543 – פרסום ספרו של קופרניקוס.

1582 – החלת לוח השנה הגרגוריאני. לוח השנה נבנה ע"י נוצרים קתוליים ופרוטסטנטיים תוך שימוש

בתיאוריה הקופרניקנית, בניגוד לתיאוריה שהייתה מקובלת אז.

1576 – תומס ביגס הציע יקום אינסופי (בעל הרבה עולמות).

1600 – ג'ורדנו ברוננו הועלה על המוקד. ברוננו היה נזיר קתולי אינטלקטואלי מאוד, הוא ברח מהמנזר, נדד ברחבי אירופה, ופירסם כתבים שהכנייה לא אהבה. לבסוף הוא חזר לוונציה, שם הכנייה הצליחה לחטוף אותו, להביאו לרומא, ושם שפטו אותו. אחת מהסיבות לכך שהועלה על המוקד הייתה תמיכתו בתפיסת קופרניקוס, ותמיכה בתיאוריה של תומס ביגס. (ספר מומלץ בנושא: "רוח לא כלואה" של צבי הרמן).

1609 – גליליי גלילאו כיוון לראשונה טלסקופ לשמיים.

קפלר פרסם את הספר עם שני החוקים הראשונים שלו.

1616 – איסור הכנייה על סיפרו של קופרניקוס.

1633 – משפט גליליי. המשפט הזה גרם נזק גדול וישיר להתפתחות המדעית והטכנולוגית בארצות הקתוליות. הרבה משכילים שחיו בארצות אלה ברחו לארצות הפרוטסטנטיות. עד היום, אין מדינות קתוליות מובילות במדע, מלבד צרפת, שבה לא הייתה אינקוויזיציה.

1674 – הוק הציע כוח מרכזי כהסבר לתנועת הכוכבים והכובד.

1685 – פרסום ספרו של ניוטון.

1822 – הכנייה נאלצה לבטל את האיסור על תורת קופרניקוס.



המהפכה האסטרונומית של קופרניקוס

- תאריכים בחייו של קופרניקוס:
- 1473 – קופרניקוס נולד בפולין, בחבל ארץ שהיה תחת שלטון מלך פולין.
- 1483 – מות אביו של קופרניקוס. החל משנה זו הוא גודל ע"י דודו, שהיה בישוף. הוא למד בקראקוב.
- 1496 – נסע ללמוד רפואה באיטליה במשך 10 שנים. בנוסף הוא למד חוק כנסייתי ואסטרונומיה. מהר מאוד הוא הפך לאסטרונום חשוב.
- 1500 – השתתף בכנס ברומא הדן בשינוי לוח השנה.
- 1505 – חזר לפולין והועסק ע"י דודו כרופא ואדמיניסטרטור (פקיד) כנסייתי, וכדיפלומט במשא ומתן בין הפולנים ל**אבירים הטאוטונים** ששלטו בפרוסיה.
- 1507 – חשב על פשטות גדולה יותר בחישובים אסטרונומיים לפי המודל ההליוצנטרי.
- 1512 – התחיל לחשוב על המתמטיקה של המודל ההליוצנטרי.
- 1530 – הכין תמצית של רעיונותיו להפיץ בין מלומדים אירופיים והתחיל להפיץ אותה.
- 1540 – פרסום תמצית ספרו ע"י **רטיקוס**.
- 1543 – פרסום ספרו "על סיבובי גלגל השמש", ומותו של קופרניקוס.

לפני פרסום הספר, הייתה התנגדות גדולה מאוד מצד הפרוטסטנטים. הסיבה להתנגדות הייתה כיוון שהספר לא לקח את פסוקי התנ"ך כפשוטם, אלא התחכמות של הסכולסטיקה הקתולית. לאחר זמן רב, הכנסייה הקתולית גם התנגדה לספר, ממספר סיבות:

1. האופוזיציה של הפרוטסטנטים. הם טענו כי הכנסייה לא מקדשת את כתבי הקודש, ולכן היא רצתה להוכיח כי היא קיצונית יותר מהפרוטסטנטים.
2. כיוון שהכנסייה קידשה כבר את מודל אריסטו, קבלה של תורת קופרניקוס הייתה סותרת את מודל אריסטו. בנוסף לא היה אפשר לדעת איפה השטן, הגיהנום, איפה יושב אלוהים וכו'.

גליליי גלילאו

- 1564 - נולד בפירנצה. אביו של גליליי רצה שהוא ילמד רפואה (מקצוע שימושי), הוא למד באוניברסיטה של פדואה, שהייתה המובילה באירופה. בנוסף לרפואה, הוא למד אסטרונומיה ומתמטיקה. החל מהמאה ה-13 ואילך, שלטה התיאוריה הכנסייתית, שטענה כי כל מה שניתן לגלות בכוחות עצמנו כבר התגלה ע"י אריסטו, כל השאר התגלה ע"י התגלות אלוהית.
- 1589 - עבר ללמוד בפדואה, ומונה לפרופסור למתמטיקה.
- 1592 – חזר לפדואה.
- 1610 – פרסם את ספרו, "שליח הכוכבים", שהכיל מידע על התצפיות האסטרונומיות שלו.
- 1611 – נסיעה ראשונה לרומא. הוא זכה בכבוד, אך עורר את צומת לב האינקוויזיציה.
- 1613 – פרסום תגלית של כתמי השמש. בנוסף אליו פרסם כומר ישועי בשם **שיינר** תגלית דומה, וביניהם התחילה מריבה, ועורר עליו את האיבה של הכנסייה הישועית.
- 1616 – איסור הכנסייה על ספרו של קופרניקוס. גליליי הוזהר ע"י האינקוויזיציה שלא לעסוק בתיאורית קופרניקוס, אך הוא לא עמד באיסור.
- 1623 – אורבן השמיני מונה לאפיפיור. גליליי שחשב אותו לידיד, נסע לבקר וניסה לבטל את האיסור.
- 1632 – גליליי כתב ספר שבו תיאר ויכוח בין אסטרונום פתולמאי ואסטרונום הליוצנטרי, בשם "ויכוח בין שתי השקפות עולם". בספר זה יש 3 אנשים, השלישי היה אדם נייטרלי, שהוצג כטיפש, בשם "סימפליציוס", שאחד ממשפטיו נאמר ע"י האפיפיור. האפיפיור כעס, והורה לאסור את המשך פרסום הספר.
- 1633 – משפט גליליי. עונשו היה לחיות במאסר בית לכל ימי חייו.
- 1642 – מות גליליי.

באותה תקופה אירופה הייתה תחת סכנה של התקפת תורכים. הגורם שהגן על איטליה מפני הצי של תורכים, היה הצי של ונציה. לצי של ונציה היה מאוד חשוב מכשיר תצפית ימי, בשביל לגלות את אוניות האויב כשהן מעבר לאופק. גליליי שמע שבהולנד פיתחו סוג של משקפת, והוא בנה בעצמו משהו דומה. הוא הגיש את הטלסקופ שלו לאיש סנאט של ונציה, והם עלו למגדל של ונציה והראה לו כי ניתן לראות ספינות טוב יותר במרחק שהעין הבלתי מזויינת לא מסוגלת לראות. הסנאט התרשם מאוד, ונתן לו פרס כספי ומינוי לכל החיים באוניברסיטה של פדואה. הוא היה צריך ללמד, אבל הוא לא אהב ללמד, ורצה לבצע עבודת מחקר בלבד. לכן הוא מונה להיות מדען החצר של הדוכס של ונציה, וכך יכול היה לחקור בלי ללמד. ונציה הייתה עיר החופש המחשבתית בכל אירופה, כיוון שהיא הגנה על התחום הימי של כל איטליה, והכנסייה לא רצתה להסתכסך עם ונציה בגלל זה. גליליי היה בקשר טוב עם קפלר, וזה יעץ לו לצאת בפומבי עם תיאורית קופרניקוס. אולם הוא ענה לו כי אם היו יותר אנשים כמו קפלר, אז היה יוצא בפומבי. אך לאחר המצאת הטלסקופ, הוא קיבל יותר ביטחון עצמי, ופרסם את ספרו, שדן בתגליות שלו. הוא שלח לקפלר מכתב בכתב סתרים "אלת האהבה (ונוס) מחקה את אלת הירח" (הוא התכוון בפאזות שלה).

בשיעור שעבר דיברנו על תקופת הרנסאנס. ההתפתחות המדעית החשובה בתקופה זו הייתה בהתחלתה, כשהוחזר המדע היווני לעולם הנוצרי ע"י **תומאס אקווינס**. בנוסף, הייתה תנועה אינטלקטואלית חשובה נוספת, **ההומניזם**. ההומניזם הייתה תנועה אנטי-מדעית, שראתה את האדם במרכז. בכך הייתה חזרה לתורתו של **אוגוסטינוס הקדוש**, שטען: לא איכפת לנו מהעולם, חשוב לנו יותר מאין באנו ולאן נלך, כדי שנלך לגן עדן ולא לגיהנום. דיעה זו הייתה מנוגדת לדעתו של אריסטו, שתמך במדע. תנועה נוספת הייתה **הנאו־פלטוניזם**, שטענה כי בעזרת המתמטיקה ניתן לתאר את העולם. גליליי הושפע מתנועה זו, וטען כי "הספר של העולם כתוב במתמטיקה". הייתה תפיסה שטענה שהעולם הוא שערן מכאני ענק, ואלוהים הוא השערן, שהתחיל את פעולתו, ומאז לא היה צורך להתערב בשערן זה.

**רנה דקרט** התנגד לתפיסה זו, והוא טען כי את העולם ניתן לתאר בעזרת 4 קואורדינטות:  $(x, y, z, t)$ . לדקרט הייתה בעייה, כיוון ש- $t$  שונה משלוש הקואורדינטות האחרות. לדוגמא: כל אטום נמצא בכל זמן (מ- $-\infty$  עד  $+\infty$ ), אולם לא בכל מקום במרחב. לכן קיימת אי-סימטריה בין הקואורדינטות. לכן הוא ניסה לפתור את ע"י טיעון שהאטום לא נמצא בכל רגע בזמן, ולכן התנועה נעשית ע"י "קפיצה" מרגע זמן אחד לרגע זמן אחר. בזמן קפיצה כזאת, העולם כולו מפסיק להתקיים, ונברא מחדש בנקודת זמן אחרת, תוך שימור על חוקי התנועה, כלומר האל כל הזמן עוסק בבריאה מחודשת של העולם. בגלל תיאוריה זו, אחרי שדקרט שמע על משפט גליליי, הוא ברח לצרפת (מחשש למצב דומה). גם גליליי פעל נגד התורה של אריסטו. לדוגמא, אריסטו טען כי קרח שוקע במים, או כי לזבוב יש 4 רגליים. עקב כך גליליי נתקל בהתנגדות מצד האריסטוניים. עקב כך, מורים אריסטוניים הסבו את צומת לב האינקוויזיציה לגליליי. ב-1612 גליליי הותקף לראשונה, וב-1615 נכתב עותק מכתב לאינקוויזיציה, שבו נכתב כי טיעונו אינם מתיישבים עם כתבי הקודש. הוא טען כי יש לפרש את כתבי הקודש בהתאם למדע, כדי שלא ייווצרו שתי אמיתות. אך אנשי המדע רצו מונופול על פירוש המדע, ולכן יעצו לו לפרש את המדע כשמשוהו היפותטי – השערה, אבל לא דבר מוכח. על הצעה זו גליליי ענה: "אם די היה בסתימת פיהם של אנשים בודדים כדי להעביר מהעולם תורה מסוימת, הייתה זו ללא ספק מלאכה קלה מאוד. אך לא כך הדבר. כדי לממש החלטה מעין זו חייבים היו לאסור לא רק את ספרו של קופרניקוס, ושאר כתבי המחברים התומכים בתורתו, חייבים היו לאסור גם את מדע האסטרונומיה בכללותו, ואף לאסור מהאדם להביט לשמיים, פן חלילה יגלה האדם בעזרת חושיו שהמדע לא מתיישב עם הדת." בזמן שגליליי היה במעצר בית (עקב גזר דינו) הוא עסק במכאניקה. לאחר המהפכה הקופרניקנית, תפיסת העולם נהייתה מכאנית, בהרבה תחומים. לדוגמא: המדינה נתפסה כמכונה גדולה. מהפכה נוספת במקביל למהפכה הקופרניקנית הייתה המהפכה ביולוגיה וברפואה. עד לפני המהפכה, הרפואה המקובלת הייתה הרפואה היוונית.

נתחיל מהסבר על הרפואה היוונית:

המוביל ברפואה היוונית היה **היפוקרטס**:

היפוקרטס נולד באי קוס וחי בין השנים 460-370, למשפחה של קוסמים (מקצוע מכובד באותה תקופה). הוא למד במצריים ובאתונה רפואה והקים ביה"ס לרפואה באי קוס (ולכן נחשב לאבי הרפואה היוונית).

- עקרונותיו ברפואה היו: רציונאליות, התבוננות זהירה והתנהגות אתית. תלמידיו היו צריכים להישבע את שבועת היפוקרטס (שעד היום משתמשים בה בביה"ס לרפואה).
- עקרונות הטיפול: אכילה מתונה, ניקיון, ומנוחה, לחולים ופצועים. הוא דגל בנוסף בהתערבות מעטה בתהליך הריפוי הטבעי.
- בניגוד להרבה אחרים, הוא לא האמין שהמחלות נגרמות ע"י שדים או אלים, אלא הם תהליך טבעי (כולל אפילפסיה – שנחשבה מחלה קדושה).
- הסיבות למחלות: חוסר איזון בין ארבעה נוזלים יסודיים בגוף (ארבעת נוזלי הגוף): מרה צהובה, מרה שחורה, דם וליחה (של הריאות - phelum). כאשר עודף באחד החומרים:
  - מרה שחורה – דיכאון
  - מרה צהובה – כעס
  - דם – מזג טוב
  - ליחה – פלגמטיות (אדם נרפה)

כאמור, הוא למד רפואה במצריים, ושם היה איסור על דיסקציות (ניתוח מתים), כיוון ששם טענו כי הישארות הגוף חשובה להישארות הנפש (ולכן חנטו את הגופות, כדי לשמור עליהם). ביוון לא היה איסור כזה, כיוון שאפלטון קבע כי הגוף לא חשוב, אלא הנפש.

תלמידו של היפוקרטס, **אָראַסיסֶטראַטוס** (שלפי המסורת, היה נכדו של אריסטו). הוא נולד באי האגאי chios בשנת 304- ומת בסמוס בשנת 250-. הוא היה רופא החצר של סלוקוס, חקר את המוח, השווה את מספר פיתולי המוח של האדם עם זה של החיות, והסיק שמספר פיתולי המוח מראה על אינטליגנציה. בנוסף חילק את המוח למוח הגדול והמוח הקטן. מכיוון שחי ביוון, הוא יכול היה לחקור גופות בני אדם, ולכן הוא פיתח תורה, בניגוד לתורה הקודמת, שמבוססת על שלושה נוזלי גוף, וקרא להם בשם humors: דם עורקי (=נוזל החיים), דם ורידי (=דם) ונוזל העצבים. הוא סבר שהאוויר בריאות עובר דרך הדם, והופך אותו לנוזל החיים.

המורה של אריסטונאטוס, **הרופילוס**, נולד בשנת 320- בעיר בשם כלדון (ליד ביזנטיום). הוא היה האנטום המדויק הראשון, וביצע דיסקציות. הוא עבר לאלכסנדריה שבמצריים (ושם כבר לא יכול היה לבצע עוד דיסקציות). הוא התעניין במוח וחילק את העצבים לתחושתיים ותנועתיים. הוא גם תיאר את רשתית העין, וקבע את שמה (הריטנה). הוא מצא כי לעורקים יש דופק, אך לורידים אין, אבל לא קישר את הדופק לפעילות הלב. הוא סבר שלהקזת דם יש ערך רפואי (ובכך גרם נזק לרפואה לאלפי שנים).

המילה האחרונה של הרפואה היוונית היה **גאלן** וחי בתקופה הרומית. הוא נולד בשנת 130 בעיר פְּרֶגְמוֹן, שבאסיה הקטנה ומת בערך בשנת 200 לספירה. גאלן למה רפואה באלכסנדריה, ומונה לרופא בביה"ס לגלדיאטורים בפרגמון, וכך למד על האנטומיה האנושית. לאחר מכן הוא התיישב ברומא, ומונה כרופא החצר של הקיסר **מרקוס אאורליוס** (שהיה אחד הקיסרים הנאורים). הוא גילה כי השרירים עובדים בזוגות (שריר מפעיל ושריר מחזיר), וגילה את חשיבות חוט השדרה, ע"י ניתוקו בנקודות שונות. גאלן האמין בתורת שלושת הנוזלים של אראסיסטרטוס, והאמין כי ישר מעבר בין העורקים לורידים דרך נקבוביות בדופן הפנימית של הלב.

המהפכה ברפואה בתקופת הרנסאנס נעשתה ע"י שני אנשים, אחד מהם היה **וסיליוס**. הוא נולד בשנת 1514 בעיר פלנדריה, ומת בשנת 1564. הוא למד רפואה לפי תורת גאלן, ועבר לגור באיטליה, כדי שיוכל לבצע דיסקציות (כיוון שהיה שם ליברליזם, למרות איסור הכנסייה). וסיליוס לימד אנטומיה, ובשיעוריו הדגים כי לגברים ולנשים יש אותו מספר צלעות (ולכן סיפור ספר בראשית אינו מראה כלום על גוף האדם), ואף הוציא בדפוס, בשנת 1543, ספר אנטומיה עם ציורים (בשנה שקופרניקוס פרסם את ספרו). וסיליוס התנגד לדעתו של אריסטו, שמרכז הרגשות והתופעה הוא בלב, וטען שמרכז זה הוא במוח. הספר שפרסם עורר התנגדות, בעיקר מחוגי הכנסייה, והוא לא יכול היה להמשיך לעבוד. בזכות עבודתו, הוא מונה לרופא החצר של שניים ממלכי ספרד, ואף היה רופא של האפיפיור. בסופו של דבר האינקוויזיציה האשימה אותו בניתוחי מתים, ובהתערבות מלכי ספרד, עונשו היה לעלות לארץ הקודש. אולם כשחזר משם, ספינתו נטרפה בים, והוא טבע במקום שבו היפסוס טבע בזמנו.

השיעור נמשיך לדבר על גילוי מחזור הדם ע"י הארווי. כל המדענים הידועים בתקופת הרנסאנס היו איטלקים (או שלמדו באיטליה). ביניהם היה הארווי, שהושפע רבות מהמורה שלו. הוא חי משנת 1578 עד 1657. הארווי היה אנגלי, שסיים את לימודיו בקיימברידג' בשנת 1597, ונסע ללמוד רפואה בפדואה, אצל פבריציוס, שגילה את שסתומי הורידים. הוא חזר לאנגליה בשנת 1602, ופתח קליניקה פרטית. בשנת 1618 הוא מונה להיות רופא החצר של מלך אנגליה. הוא ביצע תחת חסות מלך אנגליה ניסויים בבעלי חיים ודיסקציות בבני אדם. הוא קשר את אחד העורקים והחלק בלב שקרוב לעורק התנפח, וכשקשר את אחד הורידים החלק בלב שרחוק מהוריד התנפח. בנוסף הוא גילה כי משקל הדם שעובר בלב בשעה הוא פי 3 מאשר משקל הגוף, ולכן הניח כי הדם עובר במחזוריות, ולא מתפרק ונוצר מחדש. כמו-כן, הארווי טען כי קיימים נימים בלתי נראים המעבירים דם בין העורקים לורידים (3 שנים אחרי שהארווי נפטר, מדענים בהולנד גילו את נוכחות הנימים הנ"ל באמצעות מיקרוסקופ). בגלל שהתנגד לתיאוריות של גאלן, מדענים שהתנגדו לו קראו לו circulator (= מוכר תרופות שמסתובב בכפרים). לקראת סוף ימיו, בגלל תמיכתו של רנה דקרט, מדענים רבים השתכנעו כי תורתו נכונה.

#### התפתחות תורת הגיאולוגיה ומדעי הטבע (האבולוציה)

גיאולוגיה הייתה מדע בעייתי בתקופת הרנסאנס. המדענים לא יכלו להסביר את היווצרות כדור הארץ (וטענו כי מטאור פגע בשמש וכדור הארץ ניתז ממנה). ולא יכלו להסביר את התפרצות ערי הגעש (ועד המאה ה-19, לפני גילוי הרדיואקטיביות לא ניתן היה להסביר זאת).

אבי תורת הגיאולוגיה היה האטון. הוא חי בשנים 1726-1797. בשנת 1749 הוא קיבל תואר ברפואה, אך הוא לא עבד במקצוע, אלא עסק במגוון מקצועות, כגון חקלאות, ייצור חומרים כימיים, מינאורולוגיה וגיאולוגיה, והחל משנת 1768 פרש מעסקיו והקדיש עצמו לגיאולוגיה. בנוסף להיותו גיאולוג, האטון פיתח גם תורה אבולוציונית.

באותה תקופה היו שתי תיאוריות גיאולוגיות עיקריות:

וולקניזם – טענה שפני כדור הארץ עוצבו ע"י התפרצויות געשיות. האטון היה אבי תיאוריה זו. שם נוסף לתיאוריה זו היא אוניפורמיטריאניזם – כלומר התנאים על כדור הארץ לא השתנו. נפטוניזם – תורת הקטסטרופות. טענה שהשכבות הגיאולוגיות נוצרו ממשקעים ששקעו באוקיאנוס קדום, וכמו-כן טענה שהיו הכחדות של החיים והופעתם מחדש. הויכוח בין התיאוריות הושפע גם מהדת (הנפטוניזם התבססה בחלקה על סיפור המבול).

אחד מתומכי הנפטוניזם היה וורנר, שהיה מהנדס מכרות. הוא חי בשנים 1750-1817. אביו היה מפקח על יצירת ברזל, והוא למד בביה"ס למכרות בגרמניה והחל משנת 1775 היה מורה בביה"ס לכרייה. הוא פיתח מיון של מינרלים, ולמרות שידע מה חשיבות החום והרי הגעש להתפתחות כדור הארץ, האמין כי השכבות הגיאולוגיות נוצרו כשמשקעים על פני הים (ולכן היה נפטוניסט). הוא סבר שהרי הגעש נוצרו מבעירת פחם במעמקי האדמה, ולכן הרי הגעש הם משהו משני, שלא משפיע על התפתחות כדור הארץ, אבל לא יכול היה להסביר את סיבת נסיגתו של האוקיאנוס הקדום.

לעומת וורנר, האטון טען כי "המנוע" של כדור הארץ הוא חום פנימי, ולא מים, ולא מצא סיבה שכדור הארץ יפסיק להתקיים. בשנת 1785 הוא פרסם את ספרו "תיאוריה של האדמה" (בזכות ספר זה הוא נקרא אבי הגיאולוגיה). בנוסף, לפני מותו הוא כתב ספר שבו טען כי החיים התפתחו ע"י ברירה טבעית של המינים (אך הספר לא פורסם, ולכן עד אחרי מלחמת העולם השנייה התחילו לחקור זאת, בערך בשנת 1945).

האדם הבא שנדבר עליו הוא הצרפתי בופון. הוא חי בין השנים 1707-1788. הוא נולד למשפחה צרפתית עשירה, שאפשרה לו לממש את תשוקתו ללמוד. הוא למד רפואה ומשפטים, וקיבל תואר במשפטים בשנת 1723. במהלך עבודתו הוא שם לב שלחיות יש איברים מנוונים, כמו לדוגמא "המעז העיוור" אצל בני האדם (וכך התקרב למושג האבולוציה). הוא טען כי אם איברים יכולים להתנוון, כך גם בעלי חיים שלמים (לדוגמא, או שבני אדם התפתחו מהקופים או שקופים התנוונו מבני אדם. דוגמא נוספת היא או שחמור התנוון מסוס, או שסוס התפתח מחמור).

בשנת 1745 הציע כי כדור הארץ ניתז מהשמש ע"י התנגשות של גוף גדול. הוא שיער שכדור הארץ קיים כ-75,000 שנים, והחיים הופיעו לפני 40,000 שנים, וזו הייתה הפעם הראשונה באירופה הנוצרית שתיאוריה העלתה טענה בניגוד למקובל ע"י התיאוריה הדתית. בנוסף הוא טען שהחיים ייעלמו בגלל התקררות כדור הארץ בעוד 90,000 שנים.

צרפתי נוסף בתחום זה היה **בונה (Bonnet)**. הוא חי בין השנים 1721-1783. גם הוא נולד למשפחה עשירה, ובשנת 1743 הוא סיים דוקטורט במשפטים, וחי בשוויצריה. אחד התחביבים שלו היה חקר הטבע. הוא גילה כי יש חרקים המתרבים ללא זכרים, וזה הביא אותו לרעיון של "נצחיות הביצה" (= כל דור נמצא בדור הקודם לו, ללא שינויים), אבל הימצאות שרידי חיות מאובנות שנכחדו שכנעה את בונה שמפעם לפעם יש קטסטרופות, והאמין שבעקבות כל קטסטרופה יש עליית מדרגה של התפתחות החיים (והחיות ששורדות הן המתאימות יותר לשרוד את הקטסטרופה, ומהוות את ה"התפתחות" הבאה).

**קוויאר (cuvier, נאמר cuvie)** היה צרפתי שחי בין השנים 1769-1832. בילדותו הוקסם מהספר של בופון, והושפע ממנו. בשנת 1795 קיבל משרה במוזיאון הטבע הצרפתי בפאריס ובשנת 1803 התמנה כמזכיר קבוע של מדעי הטבע במכון הלאומי, ועסק באנטומיה משווה (בין בעלי חיים שונים). הוא למד איך מתוך עצמות אחדות ניתן לשחזר את כל החיה, בגלל הקשר בין האיברים. הוא היה הראשון שהרחיב את מיון בעלי החיים גם למאובנים. אך למרות זאת הייתה לו טעות חמורה, כאשר התגלו הדינוזאורים הראשונים, הוא חשב שהם סוג של יונקים (קרנפים שנכחדו). הוא שם לב כי המאובנים נמצאים בסלעים עמוקים, וככל שהסלע עמוק יותר, כך המאובן מפתוח פחות. כמו-כן הוא האמין בספר בראשית, והיה נפטוניסט, וטען כי השכבות העמוקות ששם נמצאו מאובנים נובעות מקטסטרופות קודמות (לדוגמה מבוליים נוספים), והניח שהתנ"ך מספר רק מה שהיה אחרי המבול האחרון, של נוח.

בן דורו של קוויאר היה צרפתי נוסף בשם **למארק (Lamarck)** שחי בין השנים 1744-1829, והיה בן למשפחה אריסטוקרטית מרוששת, שעסקה בעיקר בתחומי הכנסייה ושירות צבאי, ואביו הכריח אותו לשרת בכנסייה. בשנת 1760, אביו מת, דבר שאפשר לו לשרת בצבא. בשנת 1766 הוא התפטר מהצבא (מסיבות בריאותיות), הוא ניסה מספר מקצועות ובסוף פנה לרפואה. בשנת 1778 הוא כתב ספר על הצמחייה בצרפת, ובעזרת בופון פנה למדעי הטבע. בשנת 1781 הוא מונה לבוטניקאי של המלך. בשנת 1793 הוא מונה כפרופסור לזואולוגיה במוזיאון למדעי הטבע בפאריס, שם חקר ומיין את חסרי החוליות, ועסק בזה עד שנת 1822, ופרסם את הספרים. הוא זה שטבע את המונחים "בעלי חוליות" ו-"חסרי חוליות". ועשה את המונח "ביולוגיה" לפופולרי. בשנת 1809 למארק פרסם תורת אבולוציה בספרו "פילוסופיה זואולוגית", ושם פיתח את תורת ההורשה של תכונות נרכשות (למשל: ג'רפה התפתחה מעז שניסתה לאכול עלים גבוהים, ולכן מתחה את צווארה, ותכונה זו נשארה לה, והורשה לצאצאיה). הוא התנגד לתורת הקטסטרופות של קוויאר, והתייחס אליה בסרקזם (ולכן קוויאר רדף אחריו, ומנע ממנו קבלה של משרות, דבר שגרם לכך שבסוף ימיו, למארק היה עני וחסר כל).

נמשיך בשיעור לעסוק בתורת האבולוציה.

נחזור כעת לאנגליה, ונדבר שם על **ארסטמוס ארווין (Erastmus Aaruin)**, שחי בין השנים 1731-1802. הוא תמך במהפכה הצרפתית, ולכן הותקף ע"י הממשלה השמרנית בבריטניה (וגם בגלל דעותיו) והתנגד לעבדות, דבר שהיה לא מקובל בקרב האצולה הבריטית. בשנים 1794-1796 הוא כתב ספר שהמשיך לפתח את רעיונות **בופון** (שכזכור טען כי חיות יכולות להתנוון או להתפתח). הוא קדם ל**למארק** בתיאוריה על האבולוציה בהשפעת הסביבה. מתנגדיו העיקריים היו הכנסייה (התנגדות למה שכתוב בתנ"ך), והממשלה השמרנית, כיוון שאלה פחדו שדעותיו ישפיעו על החברה. באותה תקופה היה פילוסוף בשם **הוגו דה גרוט (hugo de grot)** או בשמו הלטיני **גרוטיוס (grotius)**. הוא היה נגד המלוכה, והיה אהוב הכנסייה (הוא טען כי "המלכים נבחרו ע"י האלוהים, אך גם מחלות באות ע"י האלוהים" – כלומר הוא טען שמעמד המלוכה אינו כה מקודש). המלכים, שטענו שנבחרו ע"י האלוהים, פחדו כי אם יגלו שתהליך הבריאה לא נוצר ע"י האלוהים, אזי אין למלכים מעמד.

**ארסטמוס ארווין** התפרסם בעיקר בזכות שני נכדיו: **צ'ארלס דארווין (Charles Daruin)** ו-**פראנסיס גאלטון (Francis Galton)**.

לפני שנדבר על דארווין, נעבור לדבר על **תומס רוברט מלקוס**, שחי בין השנים 1766-1834, שהשפיע על ארווין וגאלטון מאוד. בשנת 1788 הוא סיים את לימודיו בקמברידג', וחקר את הריבוי הטבעי של המזון ושל החיות, ומצא כי בעלי החיים מתרבים לפי טור גיאומטרי, בעוד המזון מתרבה לפי טור אריתמטי, ולכן היה פסימי לגבי עתיד האנושות. בעידודו של אביו, הוא חיבר ספר על הנושא ובשנת 1798, כשהוא מונה לתפקיד כומר אנגליקני, הוא פרסם את ספרו בעילום שם (אינקוגניטו). הספר עורר התנגדות אידיאולוגית עזה מצד גורמים רבים. בשנת 1803 הוא פרסם מהדורה שנייה, מורחבת, של ספרו שבה הציע שיטות לצמצום גידול האוכלוסייה, ע"י איפוק מיני ונישואים מאוחרים (שחלקן ננקטות כיום ע"י סין). בשנת 1805 הוא מונה כפרופסור לכלכלה פוליטית בקולג' של "חברת הודו המזרחית" (חברה זו הייתה אימפריה ששלטה בהודו, ואף החזיקה צבא משלה. בעקבות דיכויים רבים של תושבי הודו, דעת הקהל לחצה על הממשלה הבריטית לקחת את השלטון על הודו).

כעת נעבור לדבר על **הרברט ספסנר**, שחי בין השנים 1820-1903 והיה סוציולוג וכלכלן, וקדם לדארווין בתיאוריה של הברירה הטבעית. אך בניגוד לדארווין שטען שהברירה הטבעית מתחרשת בין בע"ח, ספסנר דיבר על התפתחות החברה האנושית – כלומר היה אבולוציוניסט חברתי. הוא טען כי מבנים חברתיים פשוטים מתפתחים למבנים חברתיים מורכבים, והשתמש במשל ביולוגי ע"י כך שהשווה בין תאים אינדיבידואלים לבני אדם: הוא טען כי כמו שבעובר, יש תאי אב לא ממוינים שמתמיינים לממלאים פונקציות שונות ומשתנים מרקמה הומוגנית לגוף מורכב, כך גם בני האדם מתפתחים וממלאים תפקידים חברתיים שונים, והחברה מתפתחת לגוף חברתי מורכב. (לדוגמא, המעמד השליט אצל בני אדם הם תאי העצב והשלטון של המוח). הוא טבע את המונח **הישרדות המתאימים** שמשמעותו שבני אדם מתחרים זה בזה. כלומר התפתחות חברתית הם תחרות של בני אדם, כך שהיותר מתאימים לתפקיד מסוים הם אלה שמצליחים בו ומתמידים בו. ספסנר אף השתמש רבות במושג אבולוציה, הרבה לפני דארווין, שמיעט להשתמש בו. הוא סבר גם שתחרות מועילה לחברה, ואין צורך בתמוך בחלשים. אחת מאמרותיו: "מוטב לתת למובטלים למות מאשר לתמוך בהם", דבר שהפך אותו לאבי הקפיטליזם הגס. יחד עם זאת, הוא שם לב שיש עוד כיוון של אבולוציה: שיתוף פעולה, שעליו נדבר יותר מאוחר, בנושא "דרוויניזם חברתי". גישתו לתורשה הייתה למארקיאנית (כמו של למארק), ודיבר על גן ו"מם" – גן תרבותי, ואבולוציה חברתית היא תורשה תרבותית – של תכונות נרכשות – ע"י לימוד.

נמשיך לדבר על שני חברים קרובים של דארווין, שהיו חלק בהפצת תורתו. הראשון מביניהם היה **לייל (Lyell)** שחי בין השנים 1797-1875. הוא היה בן למשפחה עשירה, למד משפטים באוקספורד, סיים בשנת 1819, ובשנת 1827 התחיל לעבוד כעו"ד. במקביל התעניין בגיאולוגיה, כאשר מורהו היה נופטוניסט (בנוסח **וורנר** – דגל בתורת הקטסטרופות). לייל עצמו נטה לוולקניזם נוסח **האטון**, והיה אוניפורמטריאליסט, למרות שלא ידע עדיין על פעילותו של האטון. הוא נסע למסעות מחקר באירופיה, בעיקר בצרפת ואיטליה, ושם נתקל בהרבה פעילות וולקנית. הוא נפגש עם קוויאר (Cuvie), והושפע מספרו של למארק.

לבסוף הוא קרא את ספרו של האטון, ונוכח בדימיון עם דעותיו שלו. בנוסף הוא העריך את גיל כמה משכבות כדה"א להיות בני 240 מיליון שנים (בימינו מקובל שגיל כדה"א הרבה יותר גדול). בשנים 1830-1833 הוא פרסם ספר בין שלושה כרכים (כל שנה כרך אחד) בשם "יסודות הגיאולוגיה" ובו הפיץ את תורת האטון. דעותיו נתקלו בהתנגדות כיוון שהובילו לאבולוציה שנראתה כהתנגדות לדעות הכנסייה. הוא התיידד עם דארווין והיה מראשוני התומכים בתורתו. בשנת 1863 הוא כתב ספר בשם "קדמות האדם", בתקופה בה דארווין לא העיז לעסוק בנושא, ובו טען כי האדם קיים תקופה ארוכה מאוד, ולא לפי הנוסח התנ"כי. בתקופת מלחמת העצמאות האמריקאית, הוא תמך בצפון (בניגוד לרוב האצילים שתמכו בדרום).

חבר שני של דארווין היה **תומס הנרי האקסלי (Huxley)** שחי בין השנים 1825-1895, שכינה את עצמו "הבולדוג של דארווין", והיה זה שמילא את מקומו של דארווין ברוב הוויכוחים וההרצאות על התיאוריות שלו. הוא למד רפואה, ערך מסעות מחקר בעולם, וטבע את המושג "אגנוסטי" (= אדם ש"לא יודע אם יש אלוהים").



נעבור לדבר כעת על האנשים שגילו את האבולוציה: דארווין ו-וואלס (Wallac).

### צ'ארלס דארווין

נולד בשנת 1809

התחיל ללמוד רפואה, אבל נטש את לימודיו כשהייתה הדגמה של ניתוח של ילד (בלי הרדמה), ועזב את הלימודים כדי לעבור ללמוד תיאולוגיה באוניברסיטה של אוקספורד, ובמקביל למד ביולוגיה.

בשנת 1831 הפליג באוניית המחקר של הצי האנגלי,

Bigle.

בשנת 1844 דארווין החל לכתוב את ספרו "מוצא

המינים", כשאר בזמן המסע הוא הסתובב באיי אמריקה, בעיקר באיי גאלאפגוס, ושם לב להתפתחות חיות, כמו לדוגמא לטאות ימיות ויבשתיות שהתפתחו מאיגואנות שהיו ביבשת אמריקה. דוגמא נוספת הייתה סוגי ציפורים שהתפתחו מציפור אחת, וכל אחת מהסוגים הסתגלה לסביבה אקולוגית שונה.

כשחזר לאנגליה הוא בדק את התפתחות הכלבים ע"י ברירה של בני האדם. לדוגמא לברדור פותח ע"י כך שגידלו את הכלבים בבית, וכל כלב, שהיה לו אפילו קצת תוקפנות כלפי ילדים, השמידו אותו, וכך פיתחו גזע ידידותי לבני האדם. בנוסף הוא חקר את התפתחות יוני הדואר ע"י האדם, והשווה בין ברירה מלאכותית שכזו לברירה הטבעית.

אחרי שקרא את הספר של מלקוס, הוא הגיע לרעיון שיש "הישרדות של מתאימים". והכניס זאת לספר, אולם עדיין לא פרסם אותו כי ידע שהספר יעורר הרבה ויכוחים. הוא השאיר בצוואתו הוראה לאשתו שאחרי מותו תפרסם את הספר, אולם אשתו שהייתה דתייה לא בטוח שהייתה מפרסמת את הספר.

מת בשנת 1882

### וואלס

נולד בשנת 1823

היה ממשפחת הפועלים, הוא סיים ביה"ס לפועלים ועבד כמוזד של קרקעות בחברת רכבות. (עד שמת כשנסע ברכבת ללמוד מיזוג בחורף, ומת מכך). חקר את הטבע באנגליה בתקופת מסעותיו חקר את הטבע באנגליה בתקופת מסעותיו.

בשנת 1848 נסע לדרום אמריקה בשביל לאסוף דוגמאות ביולוגיות (של צמחים ובע"ח) ולמכור אותם למוזיאונים. הוא אסף אוסף גדול וחזר לאנגליה עם האוסף הזה, ולכן הכיר הרבה בע"ח. אולם המטען שלו נשרף כיוון שהאוניה הובילה סוכר (חומר דליק). מה שנשאר זה רק הרעיון שחשב עליו, שבע"ח יכולים להתפתח זה מזה.

בשנת 1854 נסע לאזור אינדונזיה למטרה דומה. וגילה את "חגורת וואלס", שמראה את ההבדל בין האוכלוסייה האסיאתית והאוכלוסייה האוסטרלית, ובאינדונזיה ניתן היה לראות את הקשר ביניהם. באחד הימים כששכב חולה במלריה, הוא זכר את הספר של מלקום שקרא, והבין כי התפתחות של מינים שונים נובעות מתחרות של בע"ח על המזון. בשנת 1858 וואלס כתב מאמר שבו פיתח את רעיון הברירה הטבעית, ושלח את המאמר הזה לדארווין, וכתב בהם ש"אם הרעיונות האלה ימצאו חן בעיניך, תמליץ ללייל שידפיס אותם". הוא קיבל את המאמרים כשגמר לכתוב את הספר, ונתן אותם ללייל שידפיס אותם, כיוון שאמר שהוא מעדיף לוותר על זכות הבכורה מאשר שיהיה אדם שיחשוב שדארווין מנוול.

לייל כתב לוואלס וסיפר לו כי דארווין כבר כתב ספר, אך מפחד לפרסם אותו והציע כי הם יכתבו עבודה משותפת, על שם שניהם ויגישו אותה לחברה המלכותית הבריטית.

וואלס קיבל את ההצעה, ובשנת 1858 הם הגישו יחדיו את העבודה המשותפת לחברה המלכותית הבריטית בשנת 1859 דארווין פרסם את ספרו "מוצא המינים"

בשנת 1871 דארווין פרסם את הספר השני שלו: "מוצא האדם" שבו טען כי האדם והקוף התפתחו מאב קדמון משותף. אולם וואלס לא הסכים עם דארווין לגבי נושא זה, וטען כי האדם התפתח באופן איטי.

מת בשנת 1913

השיעור נמשיך לעסוק בהשפעת הדרוויניזם על המדע. בין המדע לבין הדת היו יחסי גומלין מאז תחילת תקופת הרנסאנס. בהתחלה אנשים כמו גליליי וניוטון, חשבו שע"י המדע הם מגלים את התפארת של האלוהים. הם טענו כי המדען, ע"י כך שמגלים את חוקי הטבע, מגלים את יצירתו המפוארת של האלוהים. גישה דומה הייתה גם במאה ה-18, כשהתגלו חוקי הביולוגיה, והיו שרואים בזה הבנה של יצירת האלוהים.

אולם, הנה בא הדרוויניזם, ומראה תפיסת עולם שבה אין מקום לאלוהים. ניתן לוותר על ההנחה שאלוהים קיים. כמו-כן, עולה השאלה מה משמעות החיים? אם החיים הם מאבק בין פריטים, אזי העולם הוא אכזרי וחסר תרבות, ולכן אנשים העדיפו לדבוק באמונות הדתיות, כי האלטרנטיבה נראתה להם איומה. בנוסף, התחיל מאבק בתוך הדתות. לדוגמא הקתולים הקיצוניים, התנגדו לחלוטין לתורת דרווין, כיוון שהמעטיה בערכו של האלוהים (כיוון שאם האלוהים צריך, כדי לברוא אדם, לברוא קוף, ולפניו שורה של בע"ח, אזי למה הוא לא יכול היה לברוא את האדם המושלם מההתחלה?), בעוד הקתולים המתונים התנגדו פחות, כיוון שטענו כי אם האלוהים רצה לברוא את האדם, אז הוא בחר בדרך הזאת, ואין סיבה להתווכח על זה. לעומתם, הפרוטסטנטים לא דאגו, כיוון שהאמינו בכתבי הקודם כלשונם.

בארה"ב, באחת המדינות, חוקקו חוק שאסר ללמד את תורת האבולוציה בביה"ס (בתחילת המאה ה-20). אחרי מאבק משפטי ארוך (שנקרא "משפט הקופים"), נפסק נגד תומכי תורת האבולוציה. אולם המאבק המשפטי עורר הדים ציבוריים, והחוק בוטל לבסוף.

נושא שנגזר מתורת האבולוציה הוא האתיקה. הראשון שהעלה את הנושא היה **ספנסר**, שטען כי אם העולם הוא הצגת גלדיאטורים אחת גדולה, אזי איזה מוסר יש לעולם? ספנסר פיתח את הרעיונות של **קנט** (מהמאה ה-17), שטענו כי המוסר הוא חוק לוגי. כלומר אדם צריך לפי הלוגיקה להתנהג בצורה מוסרית. הביולוגיה הראתה שטענה זו קיימת. ביולוג אוסטרי בשם **לורנס**, הראה כי חיות טורפות, לא פוגעות בבני מינן. לעומת חיות צמחוניות, שלעיתים פוגעות והורגות את בני מינן. לכן טען לורנס כי אצל חיות טורפות יש סוג של לוגיקה, של מוסר, שמגביל את החיות הטורפות. הוא קרא לרעיון זה "העכבה של לורנס".

האקסליי אמר כי אם העולם היה עומד לפני בית-דין אתי, אזי העולם היה יוצא חייב בדין, כי העולם אינו אתי. בנוסף הוא טען כי גם האדם עבר תהליך אבולוציוני, שאפשר לו לנצח חיות שחזקות ממנו (ע"י עורמה לדוגמא). האדם עלה במעלה סולם האבולוציה באמצעות האכזריות של האבולוציה, אבל לאחר שהאדם הגיע למעלה סולם האבולוציה, הוא צריך להחליף את החוק הקוסמי (האבולוציוני) בחוק הלוגי (חברתי) כדי להישאר שם. לאדם קשה לבעוט בסולם שעליו טיפס, אולם יש לעשות זאת בכל זאת. האקסליי היה אבי תורת הסוציאליזם, כיוון שתמך בשיתוף פעולה ועזרה לחלשים. הוא טען כי התחרותיות לא תהיה אלימה, ותיהפך לתחרות מסוג אחר, פחות אלימה, ואף בחלקן לשיתוף פעולה. גם בטבע יש שיתוף בין פרטים, שמאפשרים לחברה להגיע להישגים גדולים יותר מאשר אלה שהפריטים היו מגיעים אליהם. לדוגמא, קן נמלים מצליח להגיע להישגים גדולים יותר מאשר נמלה בודדת הייתה מגיעה. דוגמא נוספת אף של בעלי חוליות: זן ציפורים בארץ, שהנקבות מעדיפות זכרים שמגינים על הכלל והחברה, ע"י כך שמזהירים את הפריטים האחרים בהתקרב טורף, ומסיחים את דעתו מהגוזלים.

קיימת אידיאולוגיה נוספת, הפוכה, שמצדיקה כיבוש ושליטה צבאית. היא טוענת כי ככל שהחברה חזקה יותר, היא זו ששורדת. הקיצונים טוענים כי גם בתוך החברה עצמה, יש תחרות אלימה שהחזק בחברה מנצח, והופך לשליט. דוגמא לאידיאולוגיה כזאת היא הנאציזם. דרווין טען כי אידיאולוגיה זו מסוכנת, והזהיר מפניה. הוא טען כי חברה שבה יש שיתוף פעולה בין פריטים תגבר על חברה שבה יש תחרות אלימה.

אידיאולוגיה נוספת הנובעת מכך היא הקפיטליזם – תחרות חופשית בין הפריטים. יש הטוענים, ביניהם **סאמר (Summer)** ואיין ראנד שהקפיטליזם מעודד התפתחות חברתית ומדעית.

צד אחד של הדרוויניזם החברתי מיוצג ע"י **רוקפּלר**, מליונר אמריקאי, התבסס בטענה שלו, שאסור למדינה להתערב בחופש התחרות, על פילוסופיה דרוויניסטית. הוא טען כי "עסק מוצלח הוא כמו ורד. הגנן גוזם את הניצנים של הורדים, כדי שיקבל פרח אחד גדול ויפה, במקום מספר פרחים פחות מפותחים". הוא טען כי החופש היחיד שקיים הוא "החופש של החזקים לשרוד, והחלשים למות" (וכך מתפתחת חברה יעילה).

הצד השני של הדרוויניזם החברתי הוא הסוציאליזם, שמיוצג ע"י **מרקס**. דרווין היה מקור השראה למרקס, משתי סיבות:

1. דרווין הוציא את קיום האלוהים מהטבע (מרקס היה אנטי-דתי). האנטי-דתיים תמכו בדרווין.
2. מרקס ראה את התהליכים האבולוציוניים כמהפכה. הוא ראה במאבק בין המעמדות סוג של מאבק דרוויניסטי.

לכן המרקסיזם הוא סוג של דרוויניזם חברתי.

נשים לב כי המרקסיזם והנאציזם, שניהם מנוגדות אחת לשנייה, הסתמכו על תורתו של דרווין בצורה זו או אחרת, כמו גם הרבה תורות פילוסופיות שהיו באותה התקופה.

נדבר כעת על איש רוח נוסף בשם **באגהוט (Bagehot)**. הוא טען כי הגורם להצלחה של חברה אחת לעומת חברה אחרת הוא בעצם ההתלכדות הפנימית. חברות מלוכדות מנצחות חברות שאינן מלוכדות. הטענה של באגהוט היא שכדי שחברה תפתח, היא צריכה להתפתח בבידוד. לדוגמא, התפתחות של הדת היהודית: היה צורך להיות 40 שנה במדבר, כדי שתתגבש החברה היהודית – דת, תרבות וכו'. אפילו מבחינה ביולוגית, ישנה הבעיה של החוליה החסרה, הסיכוי שנמצא באוכלוסייה קטנה מאובנים מוקדמים הוא קטן, ולכן לא תמיד מוצאים את שרשרת ההתפתחות של האוכלוסייה. יש בעלי חיים שאין שלבי ביניים בין סוג נחות לסוג גבוה יותר. הגנטיקאים שחקרו את הנושא הגדירו "סחף גנטי" (genetic drift). נניח שנוצרת מוטציה, ויש סיכוי של 50% שהמוטציה תעבור לדור הבא. לדור אחרי זה יש סיכוי של 25% לקבל את המוטציה, וכן הלאה, עד שתיעלם המוטציה. לכן, הגנטיקאים הסיקו כי מוטציות נשמרות אם החברה מבודדת, ויש מספר קטן ומוגבל של האוכלוסייה. אם במקום מסוים אוכלוסייה מבודדת עברה מוטציה, והיא מתערבבת לאחר זמן רב עם אוכלוסייה דומה שלא הייתה מבודדת (ולכן לא עברה מוטציה), האוכלוסיות לא תצלחנה לתקשר בינים. באגהוט טען כי דבר דומה קורה באוכלוסיות אנושיות. הבידוד החברתי הוא זה שגורם להיווצרות של תרבויות שונות. הקושי של באגהוט הוא שלא מוסבר למה עמים שלווים מצליחים להתגבר על עמים תוקפניים (אפילו בלי התלכדות פנימית). מהפכה היא שינוי מהיר, אולם לאדם מן הישוב נראה מהפכה כדבר נורא, ולכן יש איזון בין מהפכות לשינויים איטיים.

באופן כללי, ניתן לראות כי החברה והטבע מתפתחים לפי אותה שיטה.

בן דודו של דרווין, **פרנסיס גלטון**, שהיה בנו של ארסטמוס דרווין. פיתח אידיאולוגיה שנקראת אאוגניקה (eugenics). פירוש האידיאולוגיה היא לעשות עם בני אדם מה שעושים עם בעלי חיים: לזווג בין פריטים במשפחות מוצלחות, ולמנוע רבייה של פריטים לא מוצלחים. אידיאולוגיה זו הייתה בשימוש בתחילת המאה בארה"ב, ואף הנאצים אמצו את האידיאולוגיה של גלטון. לא העמידו לדין את הפושעים הנאצים על מעשים כאלה, כיוון שהסנגורים שלהם היו מעלים את הטענה שזה נעשה גם בארה"ב.

צ'ארלס דרווין אמר על האאוגניקה כי זהו רעיון טוב, אך לא מעשי. הוא טען כי לא ניתן לשכנע פריטים לבחור בכך זוג מוצלח, על פני כאלה שמושכים מבחינה מינית. עוד טוען דרווין כי אין צורך לעזור לטבע, כי הטבע בורר את המתאימים. אולם ברירה מלאכותית (בחירה של המתאימים על פני הפחות מתאימים) מבצעת את דרך הטבע בצורה מהירה יותר.

אנו רואים כי האבולוציה מפתחת מספר מסלולים. אחד מהם הוא מסלול של שיתוף פעולה, אולם נשים לב כי קיימים גנבים ופושעים, כי מי שמצפץ על הציווי המוחלט של קנט, יש לו יתרון, אולם אם רבים עושים את זה, החברה תיהרס. לכן קיים שיווי משקל – כך שיש בודדים שמנצלים את היתרון של התנהגות לא מוסרים, בתנאי שרק מעטים עושים את זה. כלומר לכל חברה יש איזון טבעי, וכשהיא נהיית מושחתת מידי, היא נעלמת (כמו סדום ועמורה). לכן האבולוציה דואגת לשמירה על איזון בחברה.

לסיכום, ניתן לראות כי תורת האבולוציה שימשה כבסיס אידיאולוגי לכל האידיאולוגיות שקיימות כיום, אולם הן מתבססות על מסלולים אידיאולוגיים שונים: יש המתבססים על שאיפות מלחמה, ויש על שאיפות השלום והתחרות החופשית. יש הטוענים שהאדם רע מטבעו, כלומר שהאבולוציה הופכת את האדם לטהור ויש הטוענים כי כנגד (לדוגמא רוסו) כי האדם טוב מטבעו, אבל החברה הרסה אותו, כלומר שהאבולוציה הופכת את האדם לחיה.

בשיעור הבא נדבר על המרקסיזם

לפני שנתיל לדון במדע המרקסיסטי, נדבר על גנטיקה. לפי למרק, כתוצאה מהגנטיקה יש הורשה של תכונות נרכשות (שהוא קרא להם "מם"). זו תיאוריה שהייתה מקובלת על דרווין.

נדבר כעת על **מנדל** (1825-1895) שהיה נזיר צ'כי, שעשה ניסויים בבוטניקה בחצר המנזר שבו שהה. הוא היה בן של איכר, ובילדותו עסק בגידול עצי פרי בחצר אחוזה. בשנת 1851 - מנדל נשלח ע"י המנזר לאוניברסיטה של וינה. מעניין לראות, כי ממחקרים שעשו, גילו כי בארצות הקתוליות יש פחות מלומדים וגאונים מאשר בארצות הפרוטסטנטיות, כיוון שאת החכמים היו מחנכים להיות נזירים, ולא היו להם צאצאים (ולכן הייתה נגמרת השושלת) בשנת 1854 - נתמנה להיות מורה למדעים בעירו brum. הוא התעניין בשני נושאים: מתמטיקה ובוטניקה. הוא הפרה צמחים בצורה מבוקרת, ע"י קשירת שקיות מסביב לצמחים, וכך יכול היה לבדוק מה התכונות של הצאצאים השונים. לדוגמא, הוא חקר את גודל שיחי האפונה, ומצא שאצל שיחים קטנים, גם צאצאיהם יהיו שיחים קטנים (גם אם הופרו ע"י אבקנים של שיחים גדולים), לעומת זאת, אצל שיחים גדולים, חלק מצאצאיהם היו שיחים גדולים, וחלקם היו קטנים. כך הוא גילה כי יש תכונות דומיננטיות ותכונות רצסיביות. הוא פרסם שני מאמרים בעיתון המדעי המקומי, ושלה העתקים גם למספר אנשי מדע ידועים. חלקם ענו לו בקרירות, וחלקם התעלמו ממנו (כמו דרווין). לאחר שראה שאין התעניינות בעבודתו, ומאחר שהתמנה לראש מנזר, הוא הפסיק לבצע מחקרים. כך עבודותיו נשארו נעלמות מהידע. בשנת 1900, בוטנאי הולנדי בשם **דה-וריי** עשה סקר ספרות, וגילה את עבודותיו של מנדל.

**דה-וריי** (1848-1935) נולד בהארלם שבהולנד (הארלם בניו-יורק נקראה על שם הארלם בהולנד, כיוון שהייתה מושבה הולנדית בתחילה). בשנת 1871 קיבל תואר M.D. ועסק בבוטניקה יותר מאשר ברפואה. הוא קיבל פרס נובל על מחקר שעשה בהשפעת תמיסת מלח על תאי צמחים, ועסק בהכלאות של צמחים. בשנת 1900 היה לו מספיק חומר בנושא, ולפני שהחליט לפרסם את ממצאיו, הוא עשה סקר ספרות, וגילה את מאמרי מנדל על סוגי תכונות, ולכן פרסם את עבודתו בתור אישור של ממצאיו של מנדל. בעקבות מעמדו של דה-וריי (כיוון שקיבל פרס נובל), התחילו להתייחס ברצינות לממצאים אלה. בנוסף, דה-וריי גילה כי בצמחים מסוימים יש שינויים שאינם היו בדורות קודמים של צמחים אלה, וכך גילה כי בטבע יש מוטציות, וטבע את המונח הזה.

גנטיקאי נוסף שנדבר עליו הוא **וויסמן (wiesman)** שהיה ביולוג גרמני (1834-1914). כיוון שהיו לו ליקויי ראייה, הוא לא יכול היה להיות חוקר במעבדה (או להסתכל במיקרוסקופ), ולכן עסק בצד הפילוסופי. הוא טען כי תרנגולת היא דרכה של הביצה ליצור ביצה אחרת, ובאופן כללי, שהחיים נצחיים. הטענות של למרק לא היו מקובלות עליו, והוא התעמת עם ספנסר (שהיה למרקיסט). הוא עשה ניסוי (בשנת 1880 - 20 שנה לפני גילוי מחדש של תיאורית מנדל) שניסה לאשש את התיאוריה שלו, שתכונות נרכשות לא עוברות בירושה, וחתך לדורות רבים של עכברים את זנבותיהם, וגילה כי עדיין לא נולדו עכברים חסרי זנב (כמו שבני אדם רבים עוברים ברית מילה, ועדיין לא נולדים תינוקות נימולים). בניסוי זה הוא ראה סתירה לגנטיקה של למרק (עוד לפני דה-וריי).

כעת נעבור לדבר על **מורגן** (1866-1945), שהיה גנטיקאי אמריקאי. בשנת 1904 - התמנה כפרופסור לזואולוגיה באוניברסיטת קולומביה. בתקופה זו היה ידוע על קיום כרומוזומים, ולכן הועלתה הצעה כי התכונות נשמרות בכרומוזומים. אולם מספר הכרומוזומים קטן בהרבה ממספר התכונות, ולכן מורגן הציע כי קיימים "גנים", ולכן תכונות מורשות עוברות בקבוצות (למשל צבע עיניים, צבע עור וצבע שיער). הוא הוכיח זאת בניסויים בזבובי פירות, כיוון שמתרבים מאוד מהר (לעומת יונקים לדוגמא) ומצא כי כרומוזומים מחליפים ביניהם מידי פעם קטעים כרומוזומים, וכתוצאה מכך הקשר בין תכונות מורשות משתנה.

**מולר (muller)** חי בין השנים 1890-1967, ועבד במעבדתו של מורגן על זבובי פירות. הוא גילה כי אפשר ליצור מוטציות מלאכותיות ע"י חימום או קרינה רדיואקטיבית, ויצר לראשונה מוטציות כאלה, וקיבל על כך פרס נובל. בשנות ה-30 הוא עבד בברית המועצות, ועזב ב-1937 בעקבות ויכוח עם **ליסנקו**, כיוון שסטלין תמך באחרון.

כעת נדבר על שני אנשים שחיו במקביל: **קרל מרקס ופרידריך אנגלס** בתקופה זו, בעידודו של משה מנדלסון, התחילו לרכוש השכלה גבוהה. בשנת 1816 יצאו חוקים נגד יהודים, שאסר עליהם לעסוק במקצועות חופשיים או להתנצר. בנו של משה מנדלסון, פליקס מנדלסון, התנצר בעצמו. בתקופה זו האמינו כי הידע בא מניסויים (היו אמפיריציסטים). לעומת זאת, **לה-מטרי** כתב ספר בשם "מכונת האדם". הוא טען כי האדם הוא מכונה דטרמיניסטית, והתנהגותו נקבעת ע"י השפעות הסביבה, כלומר אם נדאג להשפעות מתאימות על האדם, נוכל להגיע לאוטופיה (הפסיכולוגיה של **סקינר** דומה ביסודה לרעיון זה). בנוסף הייתה הגישה ההיסטורית להתפתחות התרבות (ע"י **הרדר וקהל**), שהייתה מנוגדת לשל לה-מטרי. באותה תקופה, אחרי המהפכה של נפוליאון, הממשלה הפרוסית רצתה להחזיר את השלטון הפיאודלי, ולכן הטילו מיסים רבים על התעשייה (וכך החלישו את מעמד הביניים – שהתחיל את המהפכה). **משה הס** – היה הוגה רעיון הקומוניזם, וכמו-כן הוגה רעיון הצינונות

פרידריך אנגלס	קרל מרקס
נולד בשנת 1820, למשפחה גרמנית עשירה, של תעשייני כותנה.	נולד בשנת 1818, בעיר טרייר שבגרמניה
הוא הצטרף לצבא, ואת שירותו הצבאי עשה בברלין, שהייתה הבירה האינטלקטואלית של גרמניה, בעיקר בתחום הפילוסופיה.	אביו היה <b>הרשל לוי</b> , שהיה עורך דין, ובעקבות החוקים שחוקקו בשנת 1816, הוא התנצר ושינה את שמו ל <b>היינריך מרקס</b> אביו ואמו של קרל מרקס היו בני משפחות רבנים, ואמו הולידה 8 ילדים (ולכן רצו לשמור על מקצועם) הוא היה איש עצמאי ושתלטן (ואביו לא התערב ברצונותיו של קרל מרקס). הוא התיידד עם שכן שלהם, בשם <b>פון וסטפאלן</b> , שהשפיע עליו בצורה אינטלקטואלית רבה. בשנת 1835 התחיל ללמוד משפטים באוניברסיטה של בון (בעידודו של אביו). בשנת 1836 עבר ללמוד משפטים באוניברסיטת ברלין בשנת 1838 – אביו מת, והתמיכה הכלכלית של אביו נפסקה. מרקס נאלץ לחפש לעצמו פרנסה, וקיבל עבודה בעיתון של משה הס, בקלן.
	בברלין נחשפו שניהם לדיעות שהובילו אותם לפיתוח התיאוריה המרקסיסטית.

#### המקורות הרעיוניים של המרקסיזם:

- פילוסופיית הרוח של **הגל** – הוא טען כי האדם הוא מימוש של אידיאה, והרחיב את זה לעמים ותרבויות. ולכן ההיסטוריה היא בעצם התפתחות הרוח. נוצרות אידיאות שונות, שמתנגשות זו בזו ויוצרות אידיאות אחרות: תזה מתנגשת עם אנטי-תזה, ויוצרות סינתזה. הוא קרא לזה "דיאלקטיקה", ומרקס לקח מכאן את הדיאלקטיקה לתיאוריה שלו. לדוגמא: המאבק בין התרבות היהודית לתרבות היוונית, שיצר את התרבות המערבית. בנוסף הוא טען כי המחשבה מודעת לעצמה, וכך נוצרת המודעות. עוד הוא טען כי ההיסטוריה היא היסטוריה של המחשבה, והפילוסופיה של ההיסטוריה היא ההיסטוריה של הפילוסופיה. בנוסף, המחשבה היא המציאות המודעת לעצמה. הוא טען כי אסור שמהפכות יהיו אלימות. כמו-כן, "הממשי הוא ההגיוני, וההגיוני הוא הממשי". דבר זה הביא לפילוג: ההגליאנים השמרנים טענו – הממשי הוא ההגיוני. לעומתם ההגליאנים הצעירים טענו – ההגיוני הוא הממשי. לתוך הויכוחים האלה הגיע קרל מרקס, שעזב את לימודי המשפטים, ונכנס לפוליטיקה ההגליאנית (בתור הגליאני צעיר), בניגוד להפצרות אביו.
- במסגרת עבודתו של מרקס, הוא נשלח לראיין את פויבך, שפרסם ספר כנגד תיאוריית הגל (המטריאליזם של פויבך). רעיונותיו של פויבך היו המקור הבא של המרקסיזם, ונדבר עליהם בשיעור הבא.

בשיעור שעבר התחלנו לדבר על המרקסיזם, כעת נסכם את המקורות הרעיוניים של המרקסיזם:

1. הדיאלקטיקה של הגל: תזה  $\leftrightarrow$  אנטי-תזה = סינתזה.
  2. מטריאליזם: התפתחות ההיסטוריה נובעת מהתנאים הכלכליים והחומריים. הזדות נוצרות כדי לנחם ולהרגיע את חסרי האמצעים הכלכליים. **פרידריך** אמר כי: "הדת היא אופיום להמונים".
- בשנת 1843, **קרל מרקס** התחתן על חברתו מילדות (עם בתו של שכנו), ובנוסף, העיתון שעבד בו נסגר ע"י הממשלה הפרוסית, והוא הצליח לארגן לעצמו עבודה בעיתון סוציאליסטי בפריז, ועבר לגור שם. הוא טען כי "בפריז אני אוכל לכתוב בלי החשש של הצנזורה של גרמניה, ואוכל להילחם עם כידונים במקום עם סיכות". המעבר לפריז היה משמעותי עבור מרקס, כמו המעבר שלו לברלין 8 שנים לפני כן. פריז הייתה באותה תקופה עיר שהיו בה מהפכנים מכל חלקי אירופה, וקרל מרקס נפגש עם רבים מהם. לאחר מכן, ביסס את המרקסיזם גם על מקור נוסף:
3. מלחמת המעמדות של **סן-סימון**: הוא טען כי מלחמת המעמדות תסתיים כאשר תהיה מהפכה של מעמד הביניים.

מרקס פגש בפריז את **בקון** – מייסד האנרכיזם, שטען כי יש לפעול בכוח כנגד כל מרות. מרקס טען כי צריך להיות שלטון סוציאליזם ריכוזי, אך בקון טען כי שלטון כזה יהיה מושחת ומסוכן יותר מהשלטון אותו הוא רוצה להחליף. עד שמרקס הגיע לפריז, הוא תמך בחוסר האלימות של הגל. אך הוא שינה את דעתו וטען כי יש לעשות מהפכה. בפריז הוא פגש שני סוגים של מהפכנים: אלה שקראו לעצמם סוציאליסטים אמיתיים – שהיו בעיקר אינטלקטואלים, ואת אלה שקראו לעצמם קומוניסטים – שהיו בעיקר פועלים ובעלי מלאכה, והיו יותר קיצוניים בדיעותיהם. מרקס נטה יותר בדעותיו לאלה של הסוציאליסטים. מבין הקומוניסטים, היחיד שידע מה יש לעשות אחרי המהפכה הדרושה, היה **פרידריך אנגלס**. הם נפגשו שוב אחרי שעבדו יחד בגרמניה, כשאנגלס ביקש לעבוד אצל מרקס. אנגלס, בניגוד למרקס, לא היה איש אמביציוני, ולא רצה לשלוט או להנהיג, לעומת מרקס שרצה לשלוט ולהנהיג. בנוסף, מרקס הכיר בפריז גם את **פרודון**, שהיה אבי הסינדיקליזם (קואופרציה) – שיתוף הכל ללא תחרות, כמו רעיון הקיבוץ בימינו. פרודון כתב ספר בשם "פילוסופיה של הדלות", אך מרקס התנגד לדעותיו, וכתב ספר בשם "דלותה של הפילוסופיה", שבה הראה את כל החולשות של הרעיון של פרודון.

בפריז מרקס פיתח את הרעיון של "המטריאליזם ההיסטורי". לפני כן, נגיד כי הגל טען כי הכל הוא רוח, וכי החומריות היא הצורה הגסה של הרוח. את הרעיון הזה הגל לקח מיווני בשם **פרמינידס** מאלאה, שהקים שם את האסכולה האלאית. אחד מתלמידיו של פרמינידס היה **זנון** (שהציג את הפרדוקס של זנון). לעומת אסכולה זאת, הייתה האסכולה של **הרקליטס** מאפסוס, שטען כי הכל זורם ("אי אפשר לקפוץ פעמיים לאותו נהר" – כיוון שהנהר משתנה).

הסוציאליסטיים האמיתיים טענו כי אין להפעיל כוח, אלא יש לשכנע את האחרים. אולם מרקס טען כי האצילים לא יותרו על מעמדם מרצון, ויש להיאבק על כך. אולם בניגוד למאבק רגיל, שהינו בד"כ בין טוב לבין רע, כאן יש רק מאבק, והמהפכן צריך להבין מה תרשה ההיסטוריה, ולהצטרף לזרם שעומד לנצח. כמו-כן, הוא טען כי הבורגנות היא מעמד שנידון לכליה. ולכן הוא טען כי הבורגנים יוכלו להצטרף לפרולטריון או לאצילים – לפי הצד שעומד לנצח. הוא טען כי בעיית הפרולטריון היא חלוקת העבודה, וכי בשיטה הפיאודלית חלוקת העבודה אינה הגיונית, וכי כשהפרולטריון יתפסו את השלטון, חלוקת העבודה תתנהל לפי רצון חופשי. כאן נראה כי יש סתירה פנימית במרקסיזם: קיים גם דטרמיניזם היסטורי, וגם חופש בחירה. ההיסטוריה קובעת את המגמה, וכל פרט יוכל לבחור האם להצטרף למהפכה, וחלוקת העבודה תהיה לפי בחירה חופשית. בשנת 1845 הממשלה הפרוסית מחתה בפני הממשלה הצרפתית על המאמרים של מרקס, כיוון שמרקס פעל בקרב הפועלים הזרים הגרמניים שחיו בצרפת, ולבסוף הממשלה הצרפתית החליטה לגרש אותו מפריז, ועבר לגור בבלגיה. אנגלס הצטרף למרקס בבלגיה, ומרקס הקים שם ארגון מהפכני בינלאומי בשם "ברית הקומוניסטים". הסניף באנגליה של הארגון הזה ביקש ממרקס לכתוב מצע לסניף, ומרקס כתב את "**המניפסט הקומוניסטי**", ששם כתב: "פועלי כל הארצות – התאחדו". מסמך זה הפחיד את הממשלה הבלגית, ובשנת 1848 הוא גורש מבלגיה. יום לאחר הוצאת צו גירוש עבורו, הייתה מהפכת 1848 ("אביב העמים"), ומרקס חזר לפריז אחרי המהפכה. אנגלס רצה להצטרף ללגיון שרצה להילחם בממשלה הפרוסית, אך מרקס, שחשב כי המהפכה לא בשלה מספיק לנצח את קיסר גרמניה, מנע ממנו להצטרף, ובמקום זאת הוא חזר לקלן, ושכנע מספר תעשיינים לפתוח מחדש את העיתון בגרמניה, והוא עמד בראש עיתון זה. הרעיון של מרקס היה להביא לאיחוד גרמניה, להקמת משטר גרמני, ולמלחמה ברוסיה.

בשנת 1849 הממשלה הגרמנית החליטה להעמיד את מרקס לדין, והעמידה אותה למשפט בפני בית דין עם מושבעים. מרקס הכין נאום הגנה בפני המושבעים, ובו פירט את המצב בגרמניה ושכנע את המושבעים שהוא צודק, ולכן יצא זכאי במשפט, למרות זאת הממשלה הגרמנית הוציאה נגדו צו גירוש, והוא גורש חזרה

לצרפת, שבינתיים המהפכה של 1848 שם דוכאה, והמלך חזר לתפוס את השלטון. המלך בצרפת העמיד בפניו ברירה: או לחיות בפרובינציה צרפתית רחוקה, או להיות מגורש מצרפת. מאחר שכל המדינות השכנות דחו אותו וגירשו אותו, לא הייתה לו ברירה אלא להגר לאנגליה, שהסכימה לתת מפלט למהפכנים אידיאולוגיים. שם הוא חי בעוני ובדוחק, והוא עבד במוזיאון הבריטי בתור אחראי על כתבי הממשלה הבריטית. היו תקופות שבהם היה צריך למשכן את רוב רכושו רק כדי לקנות אוכל במכולת, ובדרך קבע נושים היו באים לגבות ממנו את החובות. הוא אף הגיע למצב כי 3 מילדיו מתו ממחלות, כיוון שלא יכול היה לשלם לרופאים. אנגלס התפייס עם משפחתו, וקיבל על עצמו את ניהול הסניף המשפחתי באנגליה של מפעל הכותנה שהיה למשפחתו, וכך יכול היה לממן את מרקס חלקית. באותה תקופה, מרקס קיבל הצעת עבודה בעיתון אמריקאי בשם "ניו-יורק דיילי טריביון", והיה צריך לרשום על המצב האסטרטגי של מלחמות האזרחים בגרמניה ובאוסטריה. נושאים אלה (אסטרטגיה וטקטיקה) לא היו הנושאים החזקים אצל מרקס, ולכן ביקש מאנגלס, שיכול היה לכתוב על כל נושא מאמר, לכתוב את המאמרים במקומו. הוא שלח את המאמרים על שמו, ומאז בכל פעם שהיה צריך לכתוב מאמר שלא עניין אותו או לא ידע עליו מספיק – הוא נתן לאנגלס לכתוב. מרקס סבר שמהפכה תפרוץ בעקבות משבר כלכלי, וחיכה למצב כזה (וטען כי עדיין לא הגיעה השעה למהפכה כזאת). הוא טען כי הקפיטליסטים חייבים להפעיל את המכונות שלהם כל הזמן, אחרת זה מוגדר אצלם כהפסד, ולכן יהיה עודף בשוק המוצרים, וזה הזמן של הסוציאליסטים לתפוס את השליטה ולנהל את המפעלים בצורה הגיונית יותר.

בשנת 1863 הייתה תערוכה תעשייתית בינלאומית בלונדון והגיעה לשם משלחת פועלים צרפתיים. בתערוכה דנו גם בשיטות לביטול שבירת שביתות (כשהייתה שביתה של פועלים מארץ מסויימת, התעשיינים היו לוקחים פועלים מארץ אחרת – וכך שוברים את השביתה). כשהחלו לדון בתקנון של הארגון שאיחד את פועלי הארצות, מרקס השתלט על הדיון, וכתב את התקנון.

בשנת 1864 – הוקם האינטרנציונל הראשון. מרקס תמך בהצטרפות של כמה שיותר אנשים, בעלי דעות מגוונות, וניסח את החוקה בצורה גמישה, ולאחר מכן מרקס סילק מהארגון את בעלי הדעות שלא התאימו לו. הוא שיתף את אנשי בקון (האנרכיסטים), ואת אנשי פרודון (סינדיקליים). הוא איבד את עבודתו עקב כך בעיתון האמריקאי, ניסה לעבוד בתור קופאי ברכבת (אך לא רצו לקבל אותו), והתחילה אצלו תקופה נוספת של מחסור.

בשנת 1897 הופיע הכרך הראשון של הספר "הקפיטל". מרקס שלח את הספר הזה לדרווין, כיוון שקרא את ספרו של דרווין, שבו טען האחרון שאפשר להסביר את התפתחות האדם ללא תלות באלוהים, ולכן מרקס התלהב מהרעיון. מרקס ביקש לכן להקדיש את הספר הזה אליו, אך דרווין טען כי הוא אינו מבין בכלכלה, ולכן לא יכול היה לקבל הקדשה על ספר בנושא זה, וסירב לקבל את ההקדשה.

בשנת 1870 הוקמה הקומונה הפריזאית, ומרקס תמך בה. אולם באינטרנציונל היו דעות שונות לגבי הקומונה הפריזאית, וחלק מחבריו לא הסכימו לתמיכתו של מרקס בקומונה הפריזאית (שנכשלה לבסוף), ולכן האינטרנציונל הראשון התפרק.

בשנותיו האחרונות של מרקס הוא נחשב לאבי החשיבה הסוציאליטית, והוא מת בשנת 1883.

בשיעור הבא נדבר על המדע המרקסיסטי, שנוצר ע"י אנגלס.



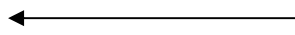
נסכם את המקורות הרעיוניים של המרקסיזם:

1. הדיאלקטיקה של הגל
2. המטריאליזם של פויירבך
3. מלחמת המעמדות של סן-סימון
4. דרוויניזם

קעת נדבר על פרידריך אנגלס: תאריכים חשובים בחייו:

- 1820 – נולד
- 1844 – פגישה מחודשת עם מרקס בפריז
- 1859 – הופעת "מוצא המינים" של דרווין.
- 1873 – התחלת כתיבת "דיאלקטיקה של הטבע"
- 1878 – הופעת הספר "אנטי-דיהירינג"
- 1895 – מת
- 1927 – הופעת "דיאלקטיקה של הטבע"

דיאלקטיקה =  
דבר והיפוכו



מרקס הבין כי התיאוריה של דרווין נותנת לו שני מכשירים:

- א. התפתחות החיים במסגרת הדיאלקטיקה – תהליך איטי של התפתחות שבמהלכו מין אחד הופך למין אחר.
- ב. התחלת החיים מהטבע ולא מהאלוהים.

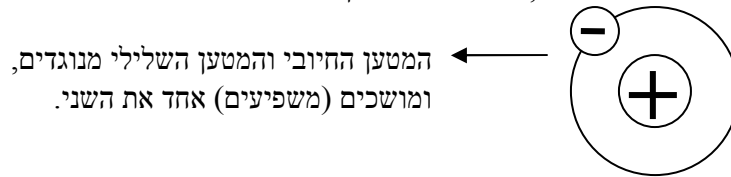
דיהירינג היה אחד המנהיגים של התנועה הסוציאליסטית בגרמניה, והתחרה עם מרקס על ההנהגה. הוא פיתח אידיאולוגיה שמתבססת על מכניזם ניוטוני. למרות היותו עיוור, הוא הצליח להתקדם, והגיע לראש הצמרת, למרות שהממשל לא אהב אותו. מרקס, בשביל לבלום את דיהירינג, ביקש מאנגלס לכתוב ספר כנגד הפילוסופיה של דיהירינג. אנגלס פיתח גישה מטריאליסטית, שלפיה החומר מורכב מדברים מופרדים, כמו אטומים, שמשפיעים זה על זה. הוא טען שהתנועה היא לא תוצאה של התנגשויות, אלא של כוחות פנימיים מתוך החומר. הספר "הדיאלקטיקה של הטבע" נשמר בארכיון של גרמניה, ואחרי מלחמת העולם נתנו לאינשטיין לקרוא את הספר, והוא טען כי הספר מיושן מבחינה מדעית, אולם יש לפרסם אותו בכל זאת, בגלל ערכו ההיסטורי. כיוון שלמפלגה הסוציאליסטית לא היה כסף, הם שלחו את זה לברית המועצות לפרסום. חייו של אנגלס היו מקבילים לאלה של מרקס. לעומת מרקס, אנגלס התמצא במדעי הטבע, והיה יכול לכתוב על כל נושא. בניגוד להגל שטען שמחשבה היא דיאלקטית, ולכן החומר, שהוא צורה גסה של הרוח, הוא גם דיאלקטי, אנגלס טען כי כיוון שהחומר הוא דיאלקטי, אזי הרוח, שהיא תוצאה של המוח החומרי, גם כן דיאלקטי. בהקשר לגישה המטריאליסטית שלו, אנגלס אמר שהגל והרקליטס ראו את האמת דרך זכוכית אפלה, כלומר ראו את הקווים הכלליים אבל לא את הפרטים. בגלל עקרונות אלה, אנגלס טען כי הפילוסופיה של דיהירינג היא מטא-פיזיקה, והיא מכניסה בצורה סמויה את אלוהים. הוא טען שבמאה ה-18, אנשים עשו מיון וסיווג של תופעות טבע, ורק במאה ה-19, התחילו להסתכל על התופעות כמכלול. הוא הביא לדוגמא את:

1. גילוי התא החי – כלומר אחדות הטבע האורגני (כל היצורים החיים בנויים מתאים)
2. גילוי חוק שימור האנרגיה וגלגוליה
3. גילוי התפתחות המינים ע"י דרווין
4. מעבר של מצבי צבירה זה לזה.

מכל אלה הוא ניסח את שלושת חוקי הדיאלקטיקה של אנגלס:

- I. המעבר מכמות לאיכות ולהפך – מרקס טען ששינויים חברתיים נוצרים ע"י מהפכות, לעומת דרווין שטען כי שינויים מתרחשים בתהליך איטי. לכן אנגלס, שרצה להיות מקביל למרקס ניסח את החוק הבא: בתהליך של שינויים כמותיים מגיעים לסף בו קורה שינוי דרמטי, קפיצה למצב חדש. דוגמאות:
  - a. מעברים של מצבי צבירה – קרח מתחמם עד שהופך לנוזל, ונוזל מתחמם עד שהופך לגז.
  - b. המערכת המחזורית של **מנדלייב** (בכימיה)
  - c. השלם שונה מסך כל חלקיו – אטומים שונים מהמולקולות, שהן מרכיבים, מולקולות אורגניות שונות מהתאים החיים שהן מרכיבות וכו', ובאופן אנלוגי, היצורים הרב תאיים שונים מהחברה שהם מרכיבים.

II. החזירה ההדדית של ההפכים – זה הסבר לאנרגיה העצמית שהיא תכונה פנימית של חומר. החומר איננו מסה הומוגנית, בלתי פעילה, וחסרת תכונות ספציפיות. ישנם אספקטים ומגמות מנוגדות פנימיות בכל מה שקיים: פעולה ותגובה, משיכה ודחייה, תהליכי הצטברות ותהליכי הסתגרות. החזירה ההדדית, המאבק בין הכוחות נותן את הדחף להתפתחות. תהליך זה מסביר את הכוח הפנימי של החומר, ומבטל את הצורך במניע חיצוני להסברת תנועה. לדוגמא, מודל



האטום:

III. שלילת השלילה המתארת את תהליכי הסינתזה (אי סיומה של תהליכי הסינתזה) – תהליך דיאלקטי קשור בהתחדשות מתמדת. כל דבר, כולל בתוכו את התנאים של הכחדתו. הישן נמצא בתהליך של גוויעה, בעוד החדש נמצא בתהליך של היוולדות. החדש שולל את הישן ומחליפו, כשהוא כולל בתוכו אספקטים של הישן בסינתזה חדשה ובצורה יותר חיונית. כל שלב הוא רק סינתזה זמנית שנושאת בחובה את הזרעים של החלפתה והתפתחות נוספת ע"י סינתזה חדשה (זהו רעיון הגלייני טהור, שנלקח ממדעי החברה למדעי הטבע). לדוגמא: האטום אינו יותר כשהוא מחובר לעוד אטומים, אלא חלק ממהו אחר, בעל תכונות שונות.

כעת, נעבור לדבר על ברית המועצות, ונפרט על שני תחומים עיקריים שבהם התערבות הממשל פגעה בתחומי המדע האלה: פסיכולוגיה וגנטיקה.

אחרי המהפכה בברית המועצות, המשטר החל להתייבב, ובסביבות שנות ה-20, התחילו להתפתח שתי אסכולות בתחום הפסיכולוגיה. הפסיכולוגיה בברית המועצות:

1. האסכולה הרפלקסולוגית של פבלוב – התניית רפלקסים ושינויים
2. האסכולה של ויגודסקי – האספקטים החברתיים והתרבותיים של ההתנהגות, ובעיקר חשיבותה של השפה.

פסיכולוגים מברית המועצות ניסו לבסס פסיכולוגיה כמדע טבע במסגרת מרקסיסטית, כלומר לפי הדיאלקטיקה המטריאליסטית (ושלושת חוקיה). הם פסלו שתי גישות שהתפתחו במערב בתחילת המאה ה-20 – האינטרוספקציה (= הסתכלות פנימית וניתוח המחשבה העצמית), והגישה מכניסטית. ניתן היה לטעון כי האסכולה של פבלוב היא מכניסטית, ודבר זה היווה בעייה. מהאסכולה של פבלוב התפתחה הריאקטולוגיה – התנהגות רפלקסיבית של מסה אנושית גדולה, רפלקסולוגיה קולקטיבית. כלומר, תיאוריה את הפסיכולוגיה כתופעה ביולוגית, והתעלמו מהשפעת המחשבה (גישה זו נקראה במערב "ביהוויורזם"). הגישה של ויגודסקי הייתה התפתחותית. הוא האמין כי הפסיכולוגיה נמצאת במשבר, בגלל שהיא מורכבת משתי גישות, האחת כונתה על ידי "האטומיטית" – המתעסקת עם התהליכים הביולוגיים היסודיים (רפלקסים), והשנייה עוסקת בתודעה פנומנולוגית, המתארת תהליכים מורכבים במונחים סובייקטיביים אך אינה מסבירה אותם. הוא טען כי שתי הגישות מבוססת על דואליזם של גוף ונפש, והציע מוניזם פסיכופיזי, כלומר להסביר תופעות בעזרת שתי הגישות, גם ביולוגית וגם נפשיות, אולם הוא לא ידע כיצד יש לעשות זאת. במהלך השנים האלה, נערכו קונגרסים רוסיים, שבמהלכם הקונגרסים גינו את כל הדיעות הפסיכולוגיות, ואת האסכולה של ויגודסקי האשימו בהסתבכות יתר.

לבסוף, הקונגרסים החליטו על עקרונות של פסיכולוגיה מרקסיסטית (1930):

1. מטריאליזם – תודעה (mind) כפונקציה של חומר בעל דרגת ארגון גבוהה.
  2. תפקיד התודעה בהתנהגות האנושית.
  3. חוסר אפשרות הרדוקציה של הנפשי לגופני במסגרת הפסיכולוגיה המוניסטית.
- כתוצאה מכך, תחומים רבים נאסרו, כמו לדוגמא אי אפשר לעשות עבודה פסיכולוגית תעשייתית בשנת 1936 המפלגה הוציאה חוקים על הפדגוגיה (חינוך). החלטת המפלגה שיש שלושה גורמים להצלחה בחינוך: ביולוגיה (תורשה), סביבה ואימון (וולנטריזם – האדם הסובייטי יוכל להשיג את כל מה שהוא רוצה). הסובייטים שמו דגש על אימון, כיוון שזה דבר שניתן לשנות ע"י הרצון. הפסיכולוגיה הסובייטית נכנסה למבוי סתום – הם לא ידעו מה מותר לעשות, רק מה אסור לעשות.

מועד ב': 14.3.07, שעה 12:30-14:30, בבניין של לימודים הומניסטיים.

3 חוקי הדיאלקטיקה:

1. מעבר מכמות לאיכות. הצטברות כמות קריטית של שינויים גורמת לשינוי מהפכני (קפיצה מהפכנית).
2. החדירה ההדדית של ההפכים. הסבר לתנועה עצמית של החומרים ע"י מאבקים פנימיים.
3. אי-סיום הסתתה.

המחלוקת בגנטיקה בבריה"מ

בשנות ה-30 של בריה"מ היו שתי אסכולות, שבתחילה חיו בהרמוניה, ונקראו: מורגניסטים ולמרקסיסטים. הלמרקסיסטים טענו כי יש הורשה של תכונות נרכשות, והמורגניסטים טענו שאין הורשה כזאת. אחד הלמרקסיסטים בבריה"מ, **ליסנקו**, טען כי כאשר מרכיבים תפוז ולימון (למשל), מבחינה גנטית הזרעים של התפוזים שצומחים צריכים להיות תפוזים רגילים, אך בפועל לזרעים יש גם תכונות של לימון. המורגניסטים, שתורתם התבססה ע"י **מורגן**, טענו כי התכונות נובעות מגנים. קבוצה זו תיקרא מאוחר יותר הגנטיקאים. הלמרקסיסטים האשימו את הגנטיקאים בכך שטענו שהמדע הוא מקרי, ואינו דטרמיניסטי. לעומתם טענו הלמרקסיסטים כי לפריטים יש את היכולת לשנות את תכונותיהם בהתאם לצרכים (דבר שנקרא טלאולוגיה). בקרב הסטודנטים בבריה"מ רווחה הדעה שהלמרקסיסטים צודקים, ותמכו בעיקר בהם. בשנת 1927 בכנס על גנטיקה בברלין, **מולר** הציג עבודה על יצירת מוטציות באמצעות קרינה וחימום. בשנת 1929 נערך קונגרס מדעי שבו הלמרקסיסטים דרשו דחייה רשמית של המורגניסטים. בשנת 1930 קבוצת מורגניסטים שכללה את הפילוסוף **פרזנט**, התקיפה את הלמרקסיזם בגלל אופיו הטלאולוגי.

שתי הגישות היו פרולטריות. הלמרקסיסטים טענו שפרולטריות הם לא עבדי העבר, אלא יוצרי העתיד, כיוון שבתנאים של הסוציאליזם הם יוכלו לפתח תכונות יותר טובות, שיעברו לצאצאיהם. לעומת המורגניסטים טענו כי כיוון שהפרולטריות עברו שנים רבות של קושי, זה חיזק אותם לאורך הדורות. הבולשביקים המיליטנטים טענו כי גם הלמרקסיסטים וגם המורגניסטים אינם מדע פרולטרי, אלא מדע זר, ולכן יש לפתח מדע מקורי וחדש, שיתאים לפרולטריות. הם פסלו את כל מה שאפשר לפסול, ולא ידעו מהו המדע הגנטי הנחוץ.

הגנטיקאים עסקו בהכלאות, יצירת זנים חדשים, צמחים בעלי תכונות רצויות, ושלטו בחקלאות הסובייטית ע"י המחקרים שלהם. כל זה נמשך עד שליסנקו, בשנת 1927, עלה על הבמה. ליסנקו היה אגרונום אוקראיני צעיר, שרצה לגדל תבואה בתנאי קור, ופיתח את שיטת "האבבה" ("vernalization" - הקדמת הבשלת הפרי). בשנת 1931, השתמשו בשיטה של ליסנקו בקנה מידה גדול באוקראינה.

החל משנת 1931, ועד שנת 1934, ליסנקו פיתח תיאוריה בכדי להסביר את שיטתו, שהייתה מבוססת על למרקסיסטים. לפי התיאוריה שלו, הצמח מתפתח בפאזות, כלומר עובר שלבים של התפתחות, שבהם התנאים הסביבתיים שונים. ע"י התאמת התנאים לשלב (בקרת הסביבה), אפשר להשפיע על התפתחות הצמח, ואף על הדורות הבאים (כך שהדורות הבאים גם יתאימו לגידול חורפי). זהו רעיון למרקסיסטי. אוקראינה הייתה שרוייה ברעב באותה תקופה, והחקלאות נהרסה ע"י סטאלין, ושיטתו של ליסנקו התקבלה בצורה נרחבת, כיוון שהניבה תוצאות מהירות. ליסנקו הסתמך על ביולוג סובייטי בשם **מיצ'ורין**, שטען כי התיאוריה של מנדל (שיש תכונות דומיננטיות ורצסיביות – והן אלה שעוברות בתורשה) עובדת על אפונה, אך לא על עצי פרי (בסוף חייו גילה כי טעה). פרזנט, שהיה מומחה למתודולוגיה של חינוך, תמך בשיטתו של ליסנקו, ויחד הם יצרו את התיאוריה האנטי-גנטית. ליסנקו היה מעוות את ניסוייו – לא דווחו ניסויים שלא תמכו בהשערתו, ולא נבחרו קבוצות מדגם וביקורת מתאימות.

בשנת 1931-1932 מספר גנטיקאים הודחו באשמת אידיאליזם מונשביקי (אשמה חסרת בסיס שנועדה למצוא אותם אשמים ולאפשר את הדחתם, כיוון שלא היו בולשביקים). באותו הזמן השלטון החל להחשיב את המחקר הבסיסי כ"סבוטז'ה" (חבלה), בכך שטענו כי מחקרים כאלה מבזבזים משאבים. הביולוגים נדרשו להתמקד במחקר שימושי יביא לתועלת מיידית לחקלאות.

בשנת 1935 ליסנקו השתתף בדעות אלה, ואמר: "כדי להשיג תוצאה מסוימת צריך לרצות להשיג בדיוק אותה תוצאה. אני זקוק לאנשים שישגו את התוצאות שאני צריך". דבר זה כמובן זיעזע את העולם המדעי התיקני, אך כיוון שמעמדו עלה עקב ניסוייו שגידלו יבולים (בעוד טענו כי הגנטיקאים בזבזו את זמנם על "חקירת צבע העיניים של זבובי פירות"), וכיוון שפרזנט היה חבר מפלגה, הממשל תמך בדעותיו של ליסנקו.

ליסנקו ופרזנט טענו כי אין גנים, התא עצמו מתפתח לאורגניזם וכל חלק שלו נתון להתפתחות אבולוציונית. כמו-כן טענו שתורשה מבוססת על אינטראקציה של האורגניזם עם הסביבה, תוך הפנמת התאים החיצוניים. המושג של אקראיות וחוסר כיווניות של המוטציות נחשב לחתירה תחת הדטרמיניזם של תהליכי הטבע, וגם תחת יכולת האדם לעצב את הטבע בדרך מועילה – זהו ה-"וולנטריזם של סטאלין", שטען כי האדם הסובייטי יכול לשנות את העולם כרצונו. פרזנט וליסנקו בעצם התאימו את התיאוריה שלהם לוולנטריזם של סטאלין, וע"י כך רכשו את תמיכתו (וכך ניצחו במערכה). בשנת 1936 נערכה פגישה מיוחדת של האקדמיה למדעי החקלאות מתוך ניסיון לפשר בין הניצים, אך לא הייתה אפשרות לפשרה למרות שהגנטיקאים הסכימו להכיר בערך המעשי של עבודת ליסנקו (בתורת הפאזות של ההתפתחות). מולר השתתף בפגישה זו (בתור מדען אורח בביה"מ) ותמך בגנטיקאים. תומכי ליסנקו הפכו את הויכוח ממדעי-פילוסופי לפוליטי, והאשימו את הגנטיקאים בריאקציה, גזענות ופשיזם, ואף בריגול וטרור וזיזום ועד כדי מכירת האינטרסים של בריה"מ. המטרה הבולטת של ההאשמות היה ווילוב, שהיה גנטיקאי ידוע ובעל שם בינלאומי, והיה המתנגד הראשי של ליסנקו. בשנת 1939 ווילוב אמר: "אנחנו נעלה על המוקד, נישרף, אך לא ניסוג מהדעות בהן אנו מאמינים". הוא איבד את משרתו בקריירה הסובייטית, וליסנקו קיבל את התפקיד שלו. הוא ננזף ע"י האקדמיה, בשנת 1940 נאסר ווילוב, הועמד לדין בעוון ריגול. הוא הכחיש את האשמות ומת מתת תזונה עקב תנאי כליאה איומים בשנת 1943. כזה היה גם גורלם של ביולוגים אחרים: חלקם הוצאו להורג, חלקם מתו בכלא, אחרים פוטרו מתפקידם, ספרים בנושא הוצאו, שמות נאסרו לשימוש, הקונגרס של הגנטיקאים שהיה אמור להיות בבריה"מ נדחה, ועבר למקום אחר, וגם שם אף גנטיקאי סובייטי לא השתתף. הגנטיקאים נאלצו לקבל את התיאוריה הלמרקיסטית, ונאלצו לתמוך בליסנקו. התיאוריה הליסנקואיסטית הייתה הרווחת, אך למרות זאת הממשל לא תמך רשמית באף תיאוריה. רק בשנת 1948 תורת ליסנקו קיבלה אישור ממשלתי רשמי, והגנטיקה דוכאה לחלוטין. בשנת 1953 סטאלין מת, ודעות ליסנקו החלו לסגת ממעמדן, אך הנזק שכבר נגרם לחקלאות הסובייטית היה אדיר, וכמו כן למעמד של המדע הביולוגי הסובייטי בעולם. לעומת זאת, בארה"ב גדלו יבולים גבוהים ובריאים יותר מהכלאות (כיוון שהגנטיקה שם נתמכה), והם סיפקו יבולים לארצות רבות. זמן מועט לאחר מות סטאלין, בתקופת חושצי'וב, ליסנקו שמר על מעמדו (כיוון שהיה אוקראיני). בשנת 1964 חושצי'וב הודח, וליסנקו איבד את מעמדו. הוא סולק ממשרתו כמנהל המכון לגנטיקה באודסה (אותו תפקיד שעמד בראשו מאז שווילוב נאסר, בשנת 1940), והותקף ע"י מדענים אחרים. וכך נגמרה תקופת הביולוגיה של ליסנקו. וזו אחת הסיבות שבריה"מ הפסידה במלחמה הקרה (עקב מחסור במוצרי מזון).

ניתן לראות בבירור כי כאשר אידיאולוגיה משתלטת על המדע, היא הורסת אותו ופוגעת בנכונותו.

הבחון בעיוותים במדע בחדרים: 431, 453 באולמן
---

סיימנו עם החומר לבחינה. כעת נדבר על עיוותים במדע המתרחשים כיום.

בתחומי הפסיכולוגיה והחינוך יש השפעות אידיאולוגיות רבות. יש אידיאולוגיות מנוגדות זו לזו שכל אחת מהן מנסה להשפיע על תחומים אלה. סטפן גולד, בספרו "אין מידה לאדם" הוד מתקיף את ה-"דטרמיניזם ביולוגי", שזו אידיאולוגיה שלפיה הביולוגיה והתורשה קובעות את האינטליגנציה, הוא טוען שזה גזענות ושוביניזם גברי. לפי התומכים בגישת גולד, רק הסביבה קובעת את כישורי האדם – "דטרמיניזם סוציולוגי". הויכוח כאן הוא יותר ממדעי. בארה"ב, כל מי שטוען שגורמים ביולוגיים משפיעים על האינטליגנציה, מואשם בדטרמיניזם ביולוגי, ולכן לא נערכים מחקרים בנושא. דבר זה גורם לעיוותים בפני עצמו, ופוגע בשכבות שרוצים להגן עליהם. המוח מחולק לשתי קמיספרות:

**המיספרה שמאלית**

אנליזה של פרטים זה אחרי זה בזמן

מעבדת כל מה שקשור בתפיסת פרטי מידע זה אחרי זה בזמן, כגון שפה (קריאה, כתיבה ודיבור) המיספרה גדולה יותר, ובעלת תאים גדולים יותר באזורים הלשוניים

**המיספרה ימנית**

אינטגרציה של מספר פרטים למהות כוללת חדשה, הנתפסת סימולטנית במרחב בשפה: הפיכת אותיות למילה שלמה מרחב: תפיסת כל הפרטים בבת אחת המיספרה קטנה יותר, ובעלת תאים קטנים יותר באזורים הלשוניים

התברר במחקרים, כי אצל נשים ההמיספרה השמאלית יותר מפותחת, בעוד לגברים ההמיספרה הימנית יותר מפותחת בקריאה לדוגמה, יש מעבר בין שתי ההמיספרות: אות אחרי אות נקראות ע"י ההמיספרה השמאלית, עוברים להמיספרה הימנית, והופכות למילה. חוזרות להמיספרה השמאלית, ונקראות מילה אחר מילה, עוברות להמיספרה הימנית, והופכות למשפט, וכן הלאה. בתחום החשבון, המיספרה שמאלית מועדפת מאפשרת קליטה טובה יותר בצורה של מספרים סודרים (אחת, שתיים, שלוש), בעוד המיספרה ימנית מועדפת מאפשרת קליטה טובה יותר בצורה של מספרים מונים (ראשון, שני, שלישי).

תומכי גולד תוקפים את השיטות לבדיקה ואת הניסויים שקשורים להבדלים בין גזעים. הם טוענים שהשיטות לא טובות, או שבדיקות לא מדויקות (נעשו באופן לא נכון). הסיבה לכך היא כדי להגן על האידיאולוגיה שלהם, שאין הבדלים ביולוגיים בין הגזעים, ויש רק השפעות סביבתיות.

נדבר על התפתחות המוח: ידוע כי מוצא האדם הוא באפריקה. פסיכולוגית בשם dean falk כתבה מאמר. משקל המוח האנושי הוא כ-3% ממשקל הגוף, וצריכת האנרגיה שלו היא כ-20% משל הגוף. המוח מאוד רגיש לטמפרטורה. האדם שהתפתח באפריקה, עם מוח גדול, היה צריך לרוץ זמן רב אחרי הטרף שלו (עד היום יש ציד ארוך טווח). דיאן מסבירה את המצב כך שזרימת הדם, בניגוד לחיות הולכות על ארבע, מתחלקת למספר ורידים, וכך יותר חום עובר מהמוח לכלי הדם. בנוסף, היא מעלה את "תיאוריית הרדיאטור":

1. התפתח עור שחור – קרינת חום מקסימלית לקירור הגוף.
  2. התפתחות מנגנון הזעה לשם קירור (אצל בעלי חיים אחרים אין הזעה, וזה ספציפי לאדם).
  3. היעלמות הפרווה מהגוף (פרט לראש – יוסבר בהמשך), דבר המאפשר קירור יעיל ע"י הזעה. השיערות מכסות את הראש והכתפיים בכדי להגן מפני קרינת השמש (ולמנוע התחממות).
- סיבות אלה אפשרו פיתוח של מוח גדול. ההומוספיאנס היגר מאפריקה לאירופה, ולאחר מכן הניאנדרטלים (בעלי המוח הפחות מפותח) נעלמו תוך זמן קצר. בנוסף, באופן כללי צריכת החום של ההמיספרה השמאלית גבוהה יותר מאשר של הימנית. לכן לבני אדם שהתפתחו באפריקה, ההמיספרה הימנית שלהם יותר גדולה מאשר של השמאלית, בניגוד לבני אדם שהתפתחו בארצות קרות.

דבר נוסף, גברים נוטים לקרחת, ומפתחים זקן (זהו סמל מין משני). התפתחות הזקן מחממת את הפנים, ולכן חוסר השיערות נועד להעניק שטח פנים גדול יותר לקירור.

כמו-כן, שטח הפנים פרופורציוני ל- $r^2$ , והנפח פרופורציוני ל- $r^3$ , לכן לתאים הגדולים של ההמיספרה השמאלית יותר קשה להיפטר מעודף החום לעומת של התאים הקטנים בהמיספרה הימנית. תאים גדולים יותר בעלי קולטנים רבים יותר, ומסוגלים "לירות מידע" בקצב גבוה יותר ולעבד אותו. לעומת זאת, הרבה תאים קטנים ויותר רשתות נוירונים (אנגרמות). אנגרמות אלה הם המקום שבו נשמר הזיכרון, ולכן ככל שמספר התאים בהמיספרה הימנית גדולה יותר, כך אפשר לזכור יותר פרטים בצורה סימולטנית (כלומר לא לזכור איזה מספר הכי גדול מתוך רצף מספרים שמוצגים, אלא להציג את כל המספרים בבת אחת, ולתת להם לזכור את המקסימלי)

מכל ההבדלים האלה ניתן לראות כי בעלי עור שחור לא חכמים פחות, אלא מבחינה סטטיסטית מתאימה להם שיטת לימוד אחרת. לכן, שיטת לימוד טובה תהיה משולבת: כל ילד יעבור בדיקות המיספרות, ולפי ההעדפה ההמיספרית שלו, להתאים את שיטת הלימוד. לדוגמא, לאיינשטיין הייתה עדיפות להמיספרה ימנית (טוענים כי הוא התחיל לדבר בגיל 3 – מאוחר יחסית)

חזרה למבחן:

התחלנו עם הפיתגוריאניזם טענו כי כל העולם בנוי ממספרים טבעיים (האלים, הנפש והכל), עד שהיפסוס גילה שיש מספרים אי רציונליים. הממסד הטיל צנזורה על התגלית הזאת, דבר שגרם להתנוונות המתמטיקה אצל הפיתגוריאנים. הסוד דלף, ויצא לפיתגוריאנים שם רע, ואף התפרסמו סאטירות על אורח חיי הפיתגוריאנים. זה אחד הגורמים שגרם לנפילה של המשטר הפיתגוריאני.

לאחר מכן התפתחה אידיאולוגיה אחרת: כל העולם הוא מתמטיקה, ולא רק מספרים טבעיים. החברה הפיתגוריאנית הייתה יכולה להיות התחלה של התרבות האנושית, אם הייתה מוכנה לקבל את התגליות החדשות, ולא מקדשת את הדיעות שלה (קידוש דיעות הורס את החברה שמקדשת אותם).

דבר דומה קרה בימי הביניים בחברה הקתולית: הם טענו כי אין סתירה בין אריסטו לבין הדת. הרעיון התחיל עם איבן רושד, עבר לרמב"ם, והמשיך לתומס אקווינס שקידש את תורת אריסטו. רעיון זה אפשר להדת ולמדע להתפתח בלי להתנגש אחד בשני. אולם, הדת הפכה את תורת אריסטו לסיסמא (כמו שקרה אצל הפיתגוריאנים), דבר שגרם להתנוונות ולכך שהארצות הקתוליות מפגרות אחרי הארצות הפרוטסטנטיות. קידוש תורת אריסטו היה האסון של הארצות הקתוליות. כל חברה שמנסה להגן על עצמה ע"י כפיית אידיאולוגיות, הורסת את עצמה.

ראינו גם בברית המועצות דבר דומה, שם קידשו את הדיאלקטיקה, ולכן העדיפו את הגנטיקה של למארק על של דרווין. בנוסף, גורם עיקרי להרס הגנטיקה בברית המועצות, הוא ה"וולטריזם של סטלין". באופן דומה ניתן לראות אצל הפסיכולוגיה של ארה"ב, הם גורמים לסכנה של התפוצצות אזרחית ע"י הניסיון לכפות את הפוליטקלי קורקט, ולקבוע שאין שום הבדל בין שחורים ללבנים.