บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับมโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร" ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. ความสนใจ
   - 1.1 ความหมายของความสนใจ
   - 1.2 ลักษณะความสนใจของบุคคล
   - 1.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสนใจ
   - 1.4 ชนิดของความสนใจ
   - 1.5 สาเหตุของความสนใจ
   - 1.6 ความแตกต่างระหว่างความสนใจของบุคคล
   - 1.7 การวัดความสนใจ
   - 1.8 ความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   - 2.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
     - 2.1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์
     - 2.1.2 ลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์
     - 2.1.3 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
     - 2.1.4 เจตคติทางวิทยาศาสตร์
   - 2.2 ความแตกต่างและความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
     - 2.2.1 ความหมายของเทคโนโลยี

2.2.2 ความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.3 ประโยชน์และโทษของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

3.2 งานวิจัยในประเทศ

ความสนใจ

1. ความหมายของความสนใจ

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของ "ความสนใจ" ไว้ดังนี้

จอห์น ดิวอี (Dewey 1959 : 66) กล่าวว่า "ความสนใจ คือความรู้สึกชอบหรือพอใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แนวความคิดใดความคิดหนึ่ง หรือกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง"

โรเบิร์ต เอช ธอร์นไดด์ และเอลิซาเบธ ฮาแกน (Thorndike and Hagan 1961 : 24) กล่าวว่า "ความสนใจ คือแนวโน้มในการที่จะแสวงหาและเข้าร่วมในกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง"

เอช เจ ไอเซนค์ และคณะ (Eysenck and et. al. 1972 : 150) กล่าวว่า "ความสนใจ คือแนวโน้มในการปฏิบัติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง กิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง หรือประสบการณ์ใดประสบการณ์หนึ่ง ซึ่งจะเพิ่มขึ้นจากบุคคลหนึ่งไปสู่บุคคลหนึ่ง"

เบนจามิน บี โวลแมน (Wolman 1973 : 199) ได้อธิบายถึงความสนใจไว้ดังนี้ "ความสนใจเป็นเจตคติ ซึ่งประกอบด้วยความรู้สึกที่มีต่อความสำคัญของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง รวมทั้งความสนใจในการเลือกสิ่งนั้นหรือกิจกรรมนั้น"

เทอรี่ เพคจ์ เจ บี โทมัส และ เออาร์ มาร์แชลล์ (Page, Thomas, and Marshall 1977 : 181) ได้ให้ความหมายว่า "ความสนใจหมายถึงความประสงค์ที่จะเข้าร่วม

กิจกรรมที่เหมาะสมบางอย่าง ... ความสนใจเป็นอาการที่จิตใจเพ่งเล็งกับการเลือกกิจกรรมใด กิจกรรมหนึ่ง หรืออาการสนุกเพลิดเพลินใจในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสนใจ"

เปลื้อง ณ นคร (2515 : 237) ให้ความหมายว่า "ความสนใจหมายถึงเจตคติซึ่งทำให้บุคคลพากเพียรพยายามทำการอันใดอันหนึ่งให้มากขึ้น ความสนใจเป็นกระบวนการทางจิตใจ ที่มีความใกล้ชิดกับเจตคติมาก โดยถือว่าความสนใจเป็นส่วนหนึ่งของเจตคติ"

ประสาร ทิพย์ธารา (2521 : 97) ได้อธิบายว่า "ความสนใจหมายถึงความพอใจ หรือความโน้มเอียงที่จะแสวงหาหรือเข้าร่วมในกิจกรรมหนึ่งนั่นเอง หรืออาจกล่าวได้อีกความหมายหนึ่งว่า ความสนใจ คือสภาพจิตใจของคนที่ผูกพันหรือจดจ่อต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง"

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2524 : 242) กล่าวว่า "ความสนใจเป็นความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งหมายถึงเจตคติทางบวก หรือเจตคติที่ดีนั่นเอง"

สุนีย์ ธีรดากร (2524 : 154) ให้ความหมายว่า "ความสนใจ หมายถึงสภาพจิตใจของคนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเฉพาะทำให้บุคคลเอาใจใส่หรือจดจ่อต่อสิ่งนั้น จนสามารถกระทำกิจกรรมได้จนบรรลุจุดมุ่งหมาย"

กล่าวสรุปได้ว่า "ความสนใจ" เป็นความรู้สึกอยากรู้อยากเห็น อยากแสวงหาความรู้สึกชอบ ความพอใจ หรือความโน้มเอียงของบุคคลที่มีต่อวัตถุ แนวความคิด

2. <u>ลักษณะของความสนใจของบุคคล</u>

ทวี ท่อแก้ว และ อบรม สินภิบาล (2517 : 61) ได้อธิบายถึงลักษณะความสนใจของบุคคลดังนี้

1. ความสนใจเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในบุคคล เนื่องจากถูกชักนำโดยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

2. ความสนใจของแต่ละบุคคลมีความเข้มข้นแตกต่างกัน

3. ความสนใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งย่อมเปลี่ยนแปลงได้ตามสถานการณ์

4. บุคคลย่อมมีความสนใจต่อสิ่งต่าง ๆ เป็นอย่าง ๆ ไป

5. ความสนใจอาจเป็นความรู้สึกชั่วขณะหรือตลอดไปก็ได้

นอกจากนี้ สุนีย์ ธีรดากร (2524 : 154-155) ได้อธิบายว่าความสนใจของบุคคลมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความสนใจเป็นส่วนหนึ่งของเจตคติ แต่เป็นความรู้สึกที่แคบกว่าเจตคติเพราะเป็นความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นอย่าง ๆ ไป เช่น สนใจการอ่านหนังสือ สนใจการฟังอภิปราย ฯลฯ

2. ความสนใจของแต่ละคนจะแตกต่างไปตามประสบการณ์

3. ความสนใจทำให้เอาใจใส่และเกิดความรู้สึกที่ดี (เจตคติ) ต่อสิ่งนั้น

4. เมื่อเกิดเจตคติที่ดีต่อสิ่งที่สนใจแล้ว จะทำให้มีความตั้งใจทำสิ่งนั้นมากขึ้น เช่น ต้องการเรียนมากขึ้น ต้องการรู้จักและสนิทสนมด้วย ต้องการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มขึ้น

5. ความสนใจทำให้เกิดความมานะพยายาม มีความอดทนทำในสิ่งที่สนใจ

6. ความสนใจของคนเราจะเปลี่ยนไปตามวัย

3. <u>องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสนใจของเด็ก</u>

สุชา จันทน์เอม และสุรางค์ จันทน์เอม (2518 : 72-73) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสนใจของเด็กดังนี้

1. ความสนใจเกิดจากความพร้อม ความต้องการ และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

2. ความสนใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นเรื่องของแต่ละบุคคลโดยเฉพาะ คนทุกคนไม่จำเป็นต้องมีความสนใจในเรื่องเดียวกัน และในระยะเวลาเดียวกัน

3. ความสนใจนั้นมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับสุขภาพของร่างกาย เด็กจะสนใจเป็นระยะเวลาสั้นหรือยาว ย่อมขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของร่างกาย

4. ความสนใจเฉพาะอย่างนั้น อาจเปลี่ยนไปตามวัยและเวลาของแต่ละบุคคล แต่แบบแผนของความสนใจค่อนข้างคงที่ ทำให้วัดความสนใจในอนาคตของคนได้

5. ความสนใจมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับสภาพทางจิตใจและเชาว์ปัญญาของเด็ก เด็กที่มีปัญญาต่ำจะสนใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่มากอย่าง และไม่สลับซับซ้อนนัก ผิดกับเด็กที่มีเชาว์ปัญญาสูง มักจะสนใจหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน และเป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนมาก

6. ความสนใจมีความสัมพันธ์กันอย่างสูงกับรากฐานทางประสบการณ์ของคน บุคคลใดจะสนใจเรื่องใด จำเป็นต้องรู้เรื่องนั้นพอสมควร ถ้าเขาขาดประสบการณ์เขาอาจจะไม่สนใจ เป็นแต่เพียงอยากรู้อยากเห็นชั่วครู่เดียวก็เลิกความสนใจไป

4. <u>ชนิดของความสนใจ</u>

ทวี ท่อแก้ว และ อบรม สินภิบาล (2517 : 61-62) ได้สรุปสาเหตุของความสนใจไว้ดังนี้

1. ความสนใจภายใน ความสนใจชนิดนี้เกิดขึ้นเองกับบุคคลตามธรรมชาติ คล้ายสัญชาตญาณ รู้สึกพอใจ และสนใจคิดอยากทำ เพราะการกระทำนั้นสนองความต้องการที่บุคคลรู้สึกว่าจำเป็นจะต้องทำให้สำเร็จไป ความสนใจชนิดนี้ย่อมทำให้คนเราคิดวางโครงการอย่างรอบคอบ และก่อให้เกิดนิสัยที่ดีในการทำงาน

2. ความสนใจภายนอก ความสนใจชนิดนี้เกิดขึ้นภายหลัง โดยคิดว่าเมื่อกระทำสิ่งนั้นแล้วจะได้รับผลดีตอบแทน จึงสนใจในสิ่งนั้น สาเหตุเกิดจากหลายประการ เช่น ความกลัวสอบตก หรือกลัวถูกลงโทษ หรือความหวังว่าจะได้รับรางวัล ได้รับคำชมเชย ได้รับเกียรติหรือสิทธิพิเศษ

5. <u>สาเหตุของความสนใจ</u>

ทวี ท่อแก้ว และ อบรม สินภิบาล (2527 : 61-62) ได้สรุปสาเหตุของความสนใจไว้ดังนี้

1. การสัมพันธ์ สิ่งใดที่ทำความพอใจให้แก่บุคคลใดหรือบุคคลนั้นเห็นประโยชน์ที่จะได้รับจากสิ่งนั้น ก็จะเกิดความสนใจและมีกำลังเข้มแข็งกล้าขึ้น เช่น นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียน ก็จะเกิดความสนใจ และรักษาความสนใจนั้นไว้ตลอดไป

2. การเอาอย่าง สิ่งใดที่คนในหมู่คณะนิยมหรือสนใจ จะพลอยทำให้คนที่เข้าร่วมหมู่คณะใหม่นั้นเกิดความสนใจไปด้วย

3. ความรู้ความสามารถในการกระทำสิ่งใด ย่อมจะทำให้เกิดความสนใจขึ้นในที่สุด แม้ว่าในตอนแรกสิ่งที่กระทำนั้นจะไม่เป็นที่น่าสนใจเลย

สุชา จันทน์เอม และสุรางค์ จันทร์เอม (2518 : 75) ได้สรุปสาเหตุของความสนใจไว้ดังนี้

1. เกิดจากการเห็นคุณค่าของสิ่งนั้น
2. เกิดจากแรงจูงใจของสิ่งเร้า
3. เด็กมีความถนัดในสิ่งนั้น และมีประสบการณ์มาบ้างแล้ว
4. เป็นสิ่งที่มีความหมายต่อเด็ก
5. เป็นสิ่งที่สัมพันธ์กับชีวิตของเด็ก
6. เป็นสิ่งแปลกใหม่สำหรับเด็ก และทำให้เด็กตื่นเต้น

6. <u>ความแตกต่างระหว่างความสนใจของบุคคล</u>

น้อมฤดี จงพยุหะ (2519 : 256-266) และนักการศึกษาอีกหลายท่านได้กล่าวถึงความสนใจของบุคคลจะแตกต่างกัน เนื่องจากสาเหตุหลายประการคือ

1. ประสบการณ์ในอดีต (Past Experiences) เด็กแต่ละคนมาจากครอบครัวที่แตกต่างกัน เด็กจึงมีประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากความสนใจเป็นผลิตผลของประสบการณ์ในอดีต ฉะนั้นเมื่อเด็กมีประสบการณ์ต่างกัน เขาย่อมมีความสนใจแตกต่างกันด้วย

2. ลักษณะทางกาย (Biological Factors) เด็กแต่ละคนมีรูปร่างลักษณะขนาดส่วนสูง ฯลฯ แตกต่างกันออกไปตามพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ฉะนั้นลักษณะทางกายของนักเรียนแต่ละคน ย่อมจะเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง เด็กคนหนึ่งทำกิจกรรมอย่างหนึ่งประสบผลสำเร็จด้วยดี เพราะลักษณะทางกายอำนวย แต่เด็กอีกคนหนึ่งต้องพบกับความล้มเหลว เพราะลักษณะทางกายไม่เหมาะสม

3. อายุปฏิทิน (Chronological Age) เด็กที่อยู่ในวัยต่างกัน เช่น เด็กในวัยเด็ก (6-12 ปี) และวัยรุ่น (13-19 ปี) ย่อมมีภาวะสุกสุดซึด (Maturity) แตกต่างกัน ทั้งภาวะสุกสุดซึดทางกาย ทางสมอง ทางอารมณ์ และทางสังคม ภาวะสุกสุดซึดที่แตกต่างกันตามวัยนี้ เป็นสาเหตุให้เด็กวัยต่างกันมีความสนใจในกิจกรรมที่แตกต่างกัน เช่น วัยเด็ก สนใจใน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การอ่านการ์ตูนและนิทาน วัยรุ่นสนใจอ่านหนังสือผจญภัย เป็นต้น เพศ (Sex) เพศหญิงเพศชาย มีความสนใจแตกต่างกัน ซึ่งมีอิทธิพลจากวัฒนธรรมและผู้ปกครองเด็ก

7. การวัดความสนใจ

วิคเตอร์ เอช นอลล์ และเดล พี สแกนเนล (Noll and Scannell 1972 : 265-266) กล่าวว่า "แม้แบบวัดความสนใจจะไม่ใช่แบบวัดบุคลิกภาพโดยตรงก็ตาม แต่ความสนใจของแต่ละบุคคลจะแสดงให้ทราบถึงบุคลิกภาพของคน ๆ นั้น นอกจากนี้ความสนใจของบุคคลยังมีความสัมพันธ์กับความสามารถ โอกาส และภูมิหลังของเขาอีกด้วย"

หลุยส์ เจ คาร์เมล และมารีลิน โอ คาร์เมล (Karmel and Karmel 1978 : 315) กล่าวว่า "การวัดความสนใจที่จะให้ผลถูกต้องที่สุดเป็นเรื่องยาก เนื่องจากความสนใจของแต่ละบุคคลแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง แต่การวัดความสนใจก็สามารถทำได้ โดยให้ผู้ถูกวัดความสนใจบอกถึงกิจกรรมหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เขาชอบหรือไม่ชอบ ซึ่งการบอกถึงสิ่งที่เขาชอบหรือไม่ชอบนี้ จะกระทำได้หลายวิธี"

มาร์วิน เพาเวล (Powell 1963 : 337-338) ได้กล่าวว่าความสนใจสามารถวัดได้ดังนี้

1. ใช้แบบวัดความสนใจ (Interest Inventory) แบบวัดความสนใจจะประกอบด้วยข้อความชุดหนึ่งสำหรับให้แต่ละบุคคลแสดงความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบต่อข้อความต่าง ๆ เหล่านั้น

2. ใช้แบบสอบถามปลายเปิด (Open-Questionnaires) โดยให้ผู้ตอบมีอิสระที่จะตอบคำถามต่าง ๆ ได้ตามความรู้สึกที่แท้จริงของตน

3. ใช้การสัมภาษณ์ (Interviews) ซึ่งผู้สัมภาษณ์สามารถสังเกตเห็นพฤติกรรมของผู้ถูกสัมภาษณ์ได้

เฟดเดอริค บรี เดวิส (Davis 1964 : 160-161) ได้เสนอแนะเทคนิคสำหรับการวัดความสนใจไว้ดังนี้

1. ค้นหาสิ่งที่แต่ละบุคคลชอบทำในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมา ถ้าเขายอมสละเวลาว่างที่มีอยู่เพื่อทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยเฉพาะก็แสดงว่าเขามีความสนใจในสิ่งนั้น

2. ค้นหาว่าแต่ละบุคคลมีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ มากน้อยเพียงใด ถ้าเขามีความรู้ในเรื่องนั้นมาก ก็แสดงว่าเขาสนใจในเรื่องนั้น เพราะคนเรามักจะทำสิ่งที่ตนสนใจได้ดีกว่าสิ่งที่ไม่สนใจ

3. ให้แต่ละบุคคลแสดงความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบต่อข้อความต่าง ๆ ที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ หลุยส์ ไอ คัสแลน และแฮริส เอ สโตน (Kuslan and Stone 1969 : 64) กล่าวว่า "ความสนใจในวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้โดยการรวบรวมรายชื่อของสิ่งที่เด็กต้องการจะรู้ หรือคำถามที่เขาต้องการแสวงหาคำตอบ"

จะเห็นได้ว่ามีหลายวิธีที่จะใช้วัดความสนใจดังที่ได้กล่าวมาแล้ว และการใช้แบบวัดความสนใจก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะใช้วัดความสนใจในวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้สนใจสร้างแบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ กัน ดังนี้

โรเบิร์ต ซี เครก (Craig 1966 : 373-378) ได้สร้างแบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบความสนใจในวิทยาศาสตร์ระหว่างครูฝึกสอนกับนักเรียนระดับ 7 และระดับ 8 แบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 18 ข้อ ซึ่งถามว่า นักเรียนเคยทำกิจกรรมใดหรือคิดอยากจะทำกิจกรรมใด ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ 5 สาขา ได้แก่ สิ่งมีชีวิต (Living Thing) ร่างกายมนุษย์ (Human Body) โลก (The Earth) จักรวาล (The Universe) สสารและพลังงาน (Matter-Energe) กิจกรรมต่าง ๆ ที่ถามขึ้นนั้น จะใช้คำถามต่อไปนี้คือ เป็นเจ้าของ (Own) ใช้ (Use) เห็น (See) มีส่วนร่วม (Take a Part) และแก้ปัญหา (Solve Problem) ตัวอย่างแบบทดสอบได้แก่

1. ท่านเคยทำอะไร
   - 1.1 ท่านเคยใช้สารเคมีเพื่อทำให้พืชเจริญเติบโตดีขึ้นหรือไม่
   - 1.2 ท่านเคยใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูเซลจากร่างกายมนุษย์หรือไม่
   - 1.3 ท่านเคยใช้เข็มทิศเพื่อตรวจหาทิศทางหรือไม่

1.4 ท่านเคยใช้แผนที่ดวงดาว เพื่อหาตำแหน่งดาวดาวหรือไม่

1.5 ท่านเคยใช้ตะปู หรือลวดมาทำแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่

2. ท่านคิดอยากจะใช้อะไร

2.1 ท่านอยากจะใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ กับพืชเพื่อดูว่ามีอะไรเกิดขึ้นกับพืชหรือไม่

2.2 ท่านอยากจะใช้เครื่องมือวัดคลื่นสมองของท่านหรือไม่

2.3 ท่านอยากจะใช้เครื่องไกเกอร์เคาน์เตอร์เพื่อตรวจหาธาตุยูเรเนียมหรือไม่

2.4 ท่านอยากจะใช้เครื่องมือเพื่อช่วยในการสังเกตหรือไม่

2.5 ท่านอยากจะใช้วิทยุซึ่งท่านสามารถพูดกับตัวเองได้หรือไม่

เฮอเบิร์ต เว วอลเบิร์ต (Walbert 1967 : 111-116) ได้สร้างแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่กำลังเรียนวิชาฟิสิกส์ แบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นข้อความต่าง ๆ ซึ่งอธิบายถึงการมีบทบาทในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์แล้วให้นักเรียนตอบว่า มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นมากน้อยเพียงไร ซึ่งมี 5 ระดับ กิจกรรมต่าง ๆ มี 5 ด้านคือ การศึกษา ธรรมชาติวิทยา การปรับปรุงหรือซ่อมแซม จักรวาล ชีวิตประยุกต์ ตัวอย่างข้อความในแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. มีส่วนร่วมในการอธิบายเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เพราะฉันสนใจ
2. ถามคำถามในชั้นเรียน เพราะฉันสนใจ
3. ไปเที่ยวสวนดอกไม้หรือเรือนเพาะชำ เพราะว่าฉันสนใจ
4. ไปเที่ยวสวนสัตว์ เพราะว่าฉันชอบ
5. ซ่อมตะเกียงไฟฟ้า และสายไฟฟ้า เพราะว่าฉันสนใจ
6. คิดปัญหาเกี่ยวกับโลก ดวงอาทิตย์ ดาวดาว หรือสิ่งที่มีชีวิต ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร
7. พยายามค้นหาเกี่ยวกับการท่องเที่ยวไปในอวกาศ
8. พยายามค้นหาเกี่ยวกับชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์

เรย์ เจอาร์ สกินเนอร์ และโรเบิร์ต เอส บาร์ซิโคว์สกี (Skinner and Barcikowski 1973 : 153-158) ได้สร้างแบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นข้อความ

เกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ในด้านวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาศาสตร์กายภาพ ชีววิทยา และธรณีวิทยา โดยมีจำนวนของข้อความในแต่ละด้านไม่เท่ากัน ข้อความที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมในด้านธรณีวิทยา และวิทยาศาสตร์กายภาพ จะเป็นกิจกรรมในลักษณะของการสะสม การทดสอบ การซ่อมแซม ส่วนข้อความที่เกี่ยวกับกิจกรรมในด้านชีววิทยา จะเป็นกิจกรรมในลักษณะ การอ่าน การเขียน การชม การคิด ตัวอย่างข้อความในแบบวัด ได้แก่

1. อ่านหนังสือพิมพ์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์
2. ไปเที่ยวร้านขายสัตว์ เพื่อดูนก ปลา และสัตว์อื่น ๆ
3. จ่ายเงินเพื่อซื้อตัวอย่าง ฟอสซิล หิน และแร่
4. พยายามจะบอกสภาพอากาศโดยอาศัย เมฆ และอากาศ
5. วาดลักษณะของโลก ดาวเคราะห์ และดวงจันทร์
6. อ่านวิธีใช้สารเคมีภายในบ้าน
7. คิดเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดของสิ่งมีชีวิต
8. ทำงานเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมหินและแร่
9. วาดภาพกลุ่มดาวต่าง ๆ
10. พยายามทำงานเกี่ยวกับการประดิษฐ์คิดค้น
11. อ่านชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์
12. ดูทีวีรายการวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับชีวิตสัตว์ป่า
13. สังเกตดอกไม้และเผ้าดูพืชเจริญเติบโต
14. ใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูส่วนต่าง ๆ ของพืชและสัตว์
15. อ่านเรื่องราวเกี่ยวกับการประดิษฐ์คิดค้น

8. <u>ความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</u>

จากความหมายของความสนใจที่ว่า เป็นความรู้สึกอยากรู้อยากเห็น อยากแสวงหาความรู้สึกชอบ ความพอใจ หรือความโน้มเอียงของบุคคลที่มีต่อวัตถุ แนวความคิดที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด และความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมายถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ วิธีการ และความชำนาญในการนำความรู้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งมีอยู่หลายลักษณะ เช่น การนำความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ มาสัมพันธ์กันเพื่ออธิบายปรากฏการณ์

ธรรมชาติ เพื่อประดิษฐ์เครื่องมือใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อพัฒนาความคิดและวิธีการเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ยุพดี เส้นขาว (2531) ให้ความหมายของความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความหมายเช่นเดียวกับความสนใจทั่ว ๆ ไป โดยเน้นทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กล่าวคือ ความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นความโน้มเอียงที่จะเข้าร่วมหรือความตั้งใจของนักเรียนที่จะแสดงพฤติกรรมหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนหรือในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ที่วัดได้จากแบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

<u>วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</u>

1. <u>ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์</u>

<u>ความหมายของวิทยาศาสตร์</u>

คำว่า "วิทยาศาสตร์" นั้น ได้มีผู้ให้ความหมายของคำนี้ไว้มากมาย จะขอยกมากล่าวดังนี้

เรนเนอร์ และสแตฟฟอร์ด (Renner and Stafford, 1972 : 1-4) ได้ให้ความหมายของคำว่าวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์ต้องเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ตรง มีการสืบค้นและ/หรือการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วย และวิทยาศาสตร์ต้องมีการจัดกระทำและการตีความหมายข้อมูลที่รวบรวมได้โดยใช้วิธีการที่มีเหตุผล นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ต้องมีการสร้างสรรค์ มีความพยายามที่จะอธิบายและเข้าใจธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยใช้ประสบการณ์ที่มากกว่าการใช้ประสาทสัมผัสโดยตรง ดังนั้นความหมายของวิทยาศาสตร์จึงเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็น 2 ลักษณะ ลักษณะหนึ่งเป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่นักวิทยาศาสตร์ใช้อธิบาย ซึ่งคำอธิบายนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ และคำอธิบายนั้นเป็นที่ยอมรับในวงการวิทยาศาสตร์ว่าเป็นคำอธิบายที่มีเหตุผลมากที่สุด หรือเป็นแบบจำลองของธรรมชาติ อีกลักษณะหนึ่งวิทยาศาสตร์เป็นการทดสอบการกลั่นกรอง และการสำรวจหาแบบจำลองของธรรมชาติให้เป็นที่ยอมรับ และเป็นการสืบค้นหาแบบจำลองหรือคำอธิบายใหม่ด้วย

018264

เดวิด อี ซีคานสกี (Czekanski 1974 : 23) กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์หมายถึงการจัดเนื้อหาวิชาความรู้อย่างมีระบบและหมายถึงกระบวนการหรือแนวทางที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยใช้คำถาม การทดลอง การสังเกต การวัด การสรุป และการสื่อความหมาย"

เอช มอร์ (Mohr 1984 : 128) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคม อันจะเป็นผลให้เกิดการวิวัฒนาการทางวัฒนธรรมของมนุษย์"

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 11) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "วิทยาศาสตร์นั้นเป็นการค้นหาความลี้ลับของธรรมชาติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น หมายความว่า สิ่งที่เรียกว่าวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่ตัวความรู้วิทยาศาสตร์ล้วน ๆ แต่อย่างเดียว หากแต่ประกอบด้วยวิธีการหรือกระบวนการที่เกิดความรู้นั้นมาด้วย"

ความหมายของวิทยาศาสตร์ตามที่ระบุไว้ในพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 744) มีดังนี้ "วิทยาศาสตร์ หมายถึงความรู้ที่ได้โดยการสังเกตและการค้นคว้าจากการประจักษ์ทางธรรมชาติ เป็นวิชาที่ค้นคว้าได้หลักฐานและเหตุผลแล้วจัดเข้าไว้อย่างเป็นระเบียบ"

สงัด สรรพศรี (2526 : 1) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า "วิทยาศาสตร์หมายถึงความรู้ที่แสดงหรือพิสูจน์ได้ว่าถูกต้อง เป็นความจริง จัดไว้เป็นหมวดหมู่ มีระเบียบและขั้นตอน สรุปได้เป็นกฎเกณฑ์สากล เป็นความรู้ที่ได้มาโดยวิธีการที่เริ่มต้นด้วยการสังเกตและ/หรือการจัดที่เป็นระเบียบ มีขั้นตอนและปราศจากอคติ"

สิปปนนท์ เกตุทัต (2527 : 2) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่เกี่ยวกับธรรมชาติที่มนุษย์ได้สะสมกันมาตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน ไปจนอนาคตอย่างไม่รู้จักจบสิ้น เริ่มตั้งแต่ธรรมชาติรอบ ๆ ตัว ไปจนองค์ประกอบที่เล็ก ๆ ที่สุด"

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล และคณะ (2528 : 17) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "วิทยาศาสตร์ คือวิทยาการที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ในธรรมชาติทั้งในสภาพนิ่งและสภาพเปลี่ยนแปลงตามการณ์เวลา โดยการกระตุ้นทั้งจากภายในหรือจากภายนอก"

เย็นใจ เลาหวณิช (2529 : 25) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า "วิทยาศาสตร์ หมายถึงความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและกระบวนการหาความรู้"

ยงยุทธ ยุทธวงศ์ (2531 : 12) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า "วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติรอบ ๆ ตัวเรา ทั้งในส่วนประกอบ ความเป็นมา และในด้านที่อาจจะใช้ให้เกิดประโยชน์"

กล่าวโดยสรุป วิทยาศาสตร์ หมายถึงความรู้ที่เกี่ยวกับธรรมชาติ และความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ รวมทั้งกระบวนการในการแสวงหาความรู้ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเป็นความรู้หรือข้อเท็จจริงซึ่งได้ผ่านการพิสูจน์ให้เห็นจริงมาแล้ว และนำมาจัดเรียงไว้อย่างมีระบบ

<u>ลักษณะของวิทยาศาสตร์</u>

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของนักปรัชญาและนักการศึกษาวิทยาศาสตร์มีลักษณะและขอบเขตดังต่อไปนี้ คือ

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 14) กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์ต่างกับศิลปะที่ว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีความถูกต้องในตัวของมันเองไม่มีข้อโต้แย้งได้ มีความเป็นปรนัยอยู่ในตัว ส่วนศิลปนั้นมีความซับซ้อนอยู่ในตัวมาก หากฎเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัวไม่ได้ และธรรมชาติของความรู้ก็มีลักษณะเป็นอัตนัยในตัวของมันเอง"

ธีระชัย ปูรณโชติ (2517 : 43) กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์มีลักษณะของความน่าจะเป็นไปได้ ไม่ใช่ความแน่นอนคงที่เสมอไป (Certainty) เนื้อหาและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเพียงข้อสรุปชั่วคราวที่ได้จากการค้นคว้าโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในวันหนึ่งข้างหน้าข้อสรุปเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีเครื่องมือที่ละเอียดเที่ยงตรงกว่าเดิม หรือใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีและถูกต้องกว่าเดิม"

สุจิต บุญปก (2519 : 27) เสนอความคิดคล้ายกับ ธีระชัย ปูรณโชติ ว่าคำอธิบายหรือกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่สิ่งที่คงที่ตายตัวหรือเป็นจริงอยู่เช่นนั้นตลอดไป อาจเปลี่ยนแปลงได้ เราถือว่าเป็นจริงอยู่ในขณะหนึ่งขณะใดเนื่องจากมีประจักษ์พยานเท่าที่ค้นพบหรือหาได้ในขณะนั้นสนับสนุนอยู่ แต่ถ้าหากเมื่อใดมีการทดลองพบหลักฐานใหม่ ๆ ซึ่งคัดค้านของเก่าและมีเหตุผลดีกว่า ทฤษฎีหรือกฎเกณฑ์นั้น ๆ จะต้องเปลี่ยนไป

นิดา สะเพียรชัย (2520 : 4) กล่าวถึงลักษณะของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยวิธีเสาะแสวงหาความรู้ (Mode of Inquiry)

2. วิธีเสาะแสวงหาความรู้ที่นำมาซึ่งความรู้ใหม่ ๆ และการขยายขอบเขตของความรู้ นำมาซึ่งหลักเกณฑ์ และเกิดเป็นโครงสร้างที่มองเห็นความสัมพันธ์ของความรู้

3. ความรู้นี้ครอบคลุมสิ่งแวดล้อม และทำให้มีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ฉะนั้นวิทยาศาสตร์จึงเป็นแรงผลักดันทางสังคม หรืออิทธิพลทางสังคม และส่วนสำคัญของวัฒนธรรม ...

และได้กล่าวเพิ่มเติมเกี่ยวกับขอบเขตของวิทยาศาสตร์อีก

... ปัจจุบันนี้เราทราบดีว่าวิทยาศาสตร์ มีขอบเขตจำกัด หากพูดกันตามหลักปรัชญาแล้ว จะเห็นว่าในวิธีการอนุมานนั้นมีข้อผิดพลาดปนอยู่ และวิธีอนุมานก็เป็นกิจกรรมที่สำคัญในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การตั้งทฤษฎีหรือกฎต่าง ๆ การสังเกตของมนุษย์ที่ใช้ประสาททั้ง 5 ก็มีขอบเขตจำกัดและมีข้อผิดพลาด การใช้เครื่องมือวัดก็มีข้อผิดพลาด ไม่ว่าเครื่องมือนั้นจะดีปานใด ฉะนั้นความเข้าใจธรรมชาติจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเพียงความเข้าใจบางส่วน ไม่ใช่ความจริงที่สมบูรณ์

วิทย์ วิศทเวทย์ (2520 : 116-118) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ไว้ ซึ่งสรุปความได้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ได้จากประสบการณ์และทดสอบด้วยประสบการณ์ วิทยาศาสตร์ใช้ประสาทสัมผัสสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แล้วตั้งสมมุติฐานอธิบายปรากฏการณ์เหล่านั้น สังเกตปรากฏการณ์ประเภทเดียวกันเพื่อทดสอบสมมติฐาน และเมื่อได้รับการยืนยันก็ตั้งเป็นกฎทั้งหมดนี้มีประสบการณ์เป็นหัวใจ ประสบการณ์ในที่นี้ หมายถึงประสาทสัมผัสทั้ง 5

2. วิทยาศาสตร์ต้องเป็นสาธารณะ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการค้นพบจะต้องแสดงหรือทดลองให้ทุกคนเห็นได้เหมือนกัน ผู้ที่อยู่ในสภาพพร้อม สามารถจะรับรู้หรือเห็นอย่างเดียวกับผู้ที่ค้นพบได้

3. วิทยาศาสตร์ต้องมีลักษณะสากล วิทยาศาสตร์พยายามที่จะขยายความรู้ให้เป็นสากลมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความรู้ที่เกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดโดยเฉพาะเจาะจง ไม่มีความหมายอะไร เป็นแต่เพียงข้อมูลเท่านั้น

4. วิทยาศาสตร์ต้องช่วยในการคาดหมายอนาคต ความเป็นสากลหรือลักษณะที่ใช้ได้ทั่ว ๆ ไปของวิทยาศาสตร์ ทำให้เราคาดหมายสิ่งที่จะเกิดในอนาคตไว้ ความเป็นวิทยาศาสตร์ของความรู้ใดก็ตาม จะมากหรือน้อยขึ้นกับเงื่อนไขและสภาพที่ปรากฏในปัจจุบันเราทำงานได้แม่นยำเพียงใดว่า สิ่งใดสิ่งหนึ่งจะกลายสภาพเป็นอะไรในอนาคต หรืออยู่ตรงที่ว่าเราจะบอกได้แม่นยำเพียงใดว่าถ้าเราต้องการให้อะไรอย่างหนึ่งเกิดขึ้น จะต้องสร้างเงื่อนไขอะไรให้แก่มัน

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 134) กล่าวถึงลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงประจักษ์ (Empirical Knowledge) สร้างขึ้นมาจากข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ผัสสะด้วยวิธีอุปมาน และทดสอบความถูกต้องของความรู้ด้วยหลักฐานจากประสบการณ์ผัสสะอีกเช่นกัน ด้วยเหตุนี้จึงมีคนเรียกวิชาวิทยาศาสตร์ว่าEmpirical Science หรือ Inductive Science

2. ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้มาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะเป็นระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการวิทยาศาสตร์ก็ได้

3. ความรู้วิทยาศาสตร์จะมีลักษณะเป็นความจริงสากล (Universal) มากกว่าที่จะเป็นความจริงเฉพาะราย หมายความว่า ความจริงวิทยาศาสตร์นั้นเหมือนกันทั่วโลกใช้ได้เหมือนกันทั่วโลก ไม่ใช่จำกัดพรมแดน แต่จริงกับทุกที่และจริงกับทุกคน อีกอย่างหนึ่งจะหมายถึงเป็นหลักความจริงใหญ่ (ข้อสรุปรวมเชิงหลักการทั่วไป) ไม่ใช่ข้อเท็จจริง เฉพาะครั้งเฉพาะรายที่ได้จากการสังเกตและการวัด

4. ความรู้วิทยาศาสตร์ยังไม่ใช่ความจริงที่สมบูรณ์ ยังต้องการการปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เป็นแต่เพียงความจริงที่สอดคล้องกับความเป็นจริงแต่เป็นความจริงที่เชื่อถือได้สูง สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ หรือนำไปปฏิบัติได้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ความรู้วิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นปรนัย (Objectivity) หมายความว่า

สิ่งที่ได้รับการกลั่นกรองและทดสอบจนเป็นความรู้วิทยาศาสตร์แล้ว ทุกคนจะเข้าใจตรงกัน สื่อความหมายอย่างเดียวกัน แปลความหมายตรงกัน รวมทั้งการกระทำของแต่ละคนในเรื่องนั้น ๆ ภายใต้ภาวะแวดล้อมอย่างเดียวกันจะได้ผลออกมาตรงกัน โดยจะไม่มีคำว่าบางที บางคน บางโอกาส บางสถานที่ หรือโดยบังเอิญ เช่น เมื่อพูดว่าความถ่วงจำเพาะ ทุกคนเข้าใจตรงกัน จุดน้ำแข็งเท่ากับ 0 องศาเซลเซียส ทุกคนเข้าใจอย่างเดียวกัน การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า ไม่ว่าใครจะทำการทดลอง จะได้ผลอย่างเดียวกัน คือได้ก๊าซไฮโดรเจน 2 ส่วน และก๊าซออกซิเจน 1 ส่วน แต่ถ้าความรู้เป็นอัตนัย จะเปลี่ยนไปตามใจคน เวลา และสถานที่

นอกจากนี้แล้ว มังกร ทองสุขดี (2522 : 26) ได้กล่าวถึงลักษณะของวิทยาศาสตร์ไว้อีกว่า ความรู้ใด ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นสิ่งที่

1. ทดสอบได้
2. มีความเชื่อถือได้
3. มีคำจำกัดความและความเที่ยงตรงที่แน่นอน
4. มีระบบโครงสร้างที่แน่นอน
5. สามารถทำความเข้าใจได้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 6-8) ได้อธิบายไว้ในหนังสือชีววิทยา เล่ม 1 ว่า แท้จริงแล้ววิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เกี่ยวกับหลักปรัชญาแนวความคิด และเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ การสร้างแนวความคิดที่จะหาคำตอบของการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีการทดลองเพื่อพิสูจน์แนวความคิดหรือสมมติฐาน หรือทฤษฎีที่ได้คิดยกขึ้นมาอธิบาย ซึ่งอาจกล่าวถึงวิทยาศาสตร์ใน 2 ประเด็นคือ

1. วิทยาศาสตร์เป็นแหล่งรวมแห่งความรู้ที่มนุษย์บางกลุ่มได้ขวนขวายหามา และแสดงให้เห็นถึงความมีระเบียบหรือความไม่มีระเบียบของธรรมชาติแล้วแต่กรณี

2. วิทยาศาสตร์เป็นวิธีการของผู้อยากรู้อยากเห็นและพยายามขวนขวายหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการจะทราบจากการตั้งคำถาม เช่น ทำไมถึงเป็นเช่นนี้ เพราะอะไรเกิดขึ้นได้อย่างไร

นอกจากนี้ สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 136) ได้กล่าวถึงขอบเขตของวิทยาศาสตร์ซึ่งมีอยู่ 5 ข้อ ดังนี้

1. ความรู้วิทยาศาสตร์ จำกัดตัวเองอยู่ที่ปรัชญาวิทยาศาสตร์
2. ความรู้วิทยาศาสตร์ จำกัดตัวเองอยู่ที่วิธีการศึกษาค้นคว้า
3. ความรู้วิทยาศาสตร์จำกัดตัวเองอยู่ที่เครื่องมือและเทคโนโลยีที่มีอยู่
4. ความไม่สมบูรณ์ของความรู้จำกัดตัวเองอยู่ที่วิธีการสรุปรวมเป็นตัวความรู้
5. การศึกษาเรื่องจริยศาสตร์ สุนทรียศาสตร์ เทววิทยาและศาสนาอยู่นอกเหนือขอบเขตของวิทยาศาสตร์

เฟดเดอริค แอล ฟิทซ์แพททริก (Fitzpatricek 1960 : 7) ได้กล่าวถึงขอบข่ายของวิทยาศาสตร์ว่า "วิทยาศาสตร์ เป็นทั้งความรู้วิชาการ กระบวนการหาความรู้และการปรับปรุงความรู้ที่มีอยู่ให้ถูกต้องดียิ่งขึ้น คุณลักษณะที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ก็คือความไม่หยุดนิ่ง"

จอห์น ดับบลิว เรนเนอร์ (Renner 1973 : 3-4) แบ่งแยกลักษณะของวิทยาศาสตร์เป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเป็นแหล่งของคำอธิบายต่าง ๆ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติที่ไม่หยุดนิ่ง ซึ่งได้รับการสนับสนุนและยอมรับโดยทั่ว ๆ ไป ในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์เพราะเป็นคำอธิบายหรือรูปจำลองที่มีเหตุผลมากที่สุดหรือดีที่สุดเกี่ยวกับธรรมชาติ ส่วนอีกด้านหนึ่ง วิทยาศาสตร์เป็นการทดลองแก้ไขและสำรวจ รูปจำลอง หรือคำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติที่ได้รับการยอมรับโดยทั่ว ๆ ไป หรือเป็นการค้นคว้าหารูปจำลองรวมทั้งคำอธิบายใหม่ ๆ

เฮอร์เบิร์ต ดี ไธเออร์ (Thier 1973 : 2-3) แสดงทัศนะและแนวความคิดเกี่ยวกับลักษณะของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

1. ลักษณะของวิทยาศาสตร์จะไม่หยุดนิ่ง ลักษณะนี้จะแสดงออกได้โดยเข้าใกล้ประวัติความเป็นมา หรือเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในวิชาชีพโดยตรง

2. วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยจบสิ้น เป็นการสร้างโครงร่างของความคิดใหม่ ๆ ที่ต่อเนื่องกันไปโดยผ่านการทดลองและการวิเคราะห์สภาพแวดล้อม

วิคเดอร์ เอ็ม โชวอลเตอร์ (Showalter 1974 : 1-8) ได้แยกองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนของลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เป็นความจริงชั่วคราว (Tentative) ความรู้วิทยาศาสตร์จะต้องเปลี่ยนไปตลอดเวลาไม่มีอะไรเป็นอมตะสำหรับวิทยาศาสตร์

2. เป็นสาธารณะ (Public) เนื่องจากวิทยาศาสตร์อาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตซึ่งเป็นสิ่งที่ใคร ๆ ก็สังเกตได้ บุคคลที่พบเห็นสภาพการณ์คล้าย ๆ กัน ก็ควรจะได้ข้อสรุปคล้าย ๆ กัน

3. สามารถกระทำซ้ำได้ (Replicate) ผลการทดลองครั้งหนึ่งนั้นสามารถจะทำให้เกิดขึ้นใหม่ได้ภายใต้สภาวะคล้ายกัน แม้ว่าเวลาและสถานที่จะเปลี่ยนไป

4. เป็นเรื่องของโอกาสที่จะเป็นไปได้ (Probabilistic) ตรงข้ามกับความเป็นอมตะ

5. เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับมนุษย์ชาติ (Humanistic) วิทยาศาสตร์เป็นผลของความพยายามของมนุษย์ที่จะทำความเข้าใจ หรือหาแบบแผนของธรรมชาติ และตัวความรู้ถูกทำให้เป็นระเบียบ โดยองค์ประกอบต่าง ๆ อันเป็นผลของวัฒนธรรมที่เปลี่ยนแปลงมาเรื่อย ๆ

6. เป็นสิ่งที่ต่อเนื่องมาจากอดีต (Historic) ความรู้ในอดีตเป็นพื้นฐานในการพบความรู้ใหม่ ๆ ในปัจจุบัน และความรู้ในปัจจุบันจะเป็นพื้นฐานในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในอนาคต

7. มีลักษณะเฉพาะตัว (Unique) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากวิธีการเสาะแสวงหาซึ่งเป็นผลจากความพยายามของมนุษย์ และในขณะเดียวกันก็แตกต่างไปจากความรู้และวิธีการในสาขาอื่น ๆ

8. มีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (Holistic) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความรู้เฉพาะสาขานั้นจะช่วยเสริมสร้างขอบข่ายมโนทัศน์อันเดียวกัน

9. เป็นสิ่งที่ได้จากการสังเกต หรือทดลอง (Empirical)

ลักษณะของบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ดังนี้

พี อีแวนส์ (Evans 1970 : 80-81) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. มองวิทยาศาสตร์อย่างเป็นทั้งผลิตผล กระบวนการและความพยายามของมนุษย์และทราบว่าผลิตผลของวิทยาศาสตร์ที่เป็นความรู้ ประกอบด้วยสิ่งที่ได้จากการสังเกตไปจนถึงมโนทัศน์ต่าง ๆ
2. ทราบว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งสิ่งที่คงที่แน่นอน และเป็นสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
3. เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขณะเดียวกันก็มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งทั้งสองนี้ด้วย
4. เข้าใจถึงผลของความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Science Teacher Association ย่อว่า NSTA) (1971 : 47-48) ได้กำหนดลักษณะบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สามารถใช้มโนทัศน์ ทักษะกระบวนการและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับบุคคลอื่นและสังคมได้
2. เข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับวิธีการเสาะแสวงหาความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ
3. สามารถแยกความแตกต่างระหว่างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นได้
4. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและทฤษฎีได้
5. ตระหนักถึงขีดจำกัดและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์
6. เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และแง่ต่าง ๆ ของสังคมรวมทั้งการพัฒนาทางสังคมและเศรษฐกิจ

7. ตระหนักว่ามนุษย์เป็นผู้สร้างวิทยาศาสตร์ขึ้นและเข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลที่เหมาะสม

จากแนวความคิดของนักปรัชญาและนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะของความมีเป็นปรนัย โดยเป็นโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาย่อยต่าง ๆ มีลักษณะเป็นสากล เป็นความรู้ที่ไม่หยุดนิ่ง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถทดสอบได้เป็นความรู้ที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา และช่วยในการคาดหมายอนาคตได้

<u>ประเภทของความรู้วิทยาศาสตร์</u>

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 28) อธิบายไว้ดังนี้

> ความรู้วิทยาศาสตร์อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ประเภทแรกเป็นวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ (Pure Science) คือความรู้ขั้นมูลฐานล้วน ๆ ประกอบด้วยสิ่งที่เป็นความจริงเดี่ยว (Fact) ความจริงหลัก (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) และความคิดรวบยอด (Concept) นักวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ประเภทนี้เพื่อความใคร่รู้ เพื่อสนองความต้องการของจิตใจโดยไม่คิดหวังผลประโยชน์จากการค้นคว้านี้เลย ความรู้ประเภทที่สองเป็นความรู้ที่มุ่งหวังเอาไปใช้ประโยชน์ให้แก่สังคมโดยตรง เรียกว่าวิทยาศาสตร์ประยุกต์หรือเทคโนโลยี (Applied Science or Technology)

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 6) ได้กล่าวถึงประเภทของความรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า "ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้านั้นอาจจำแนกได้เป็นข้อเท็จจริง (Fact) มโนทัศน์ (Concept) หลักการ (Principle) สมมติฐาน (Hypothesis) กฎ (Law) และทฤษฎี (Theory)"

นักการศึกษาได้อธิบายถึงความหมายของความรู้ประเภทต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข้อเท็จจริง (Fact)

ปรีชา วงค์ชูศิริ (2525 : 247) กล่าวเกี่ยวกับข้อเท็จจริงไว้ดังนี้

"ข้อเท็จจริงเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีทั้งสามารถสังเกตได้โดยตรง และไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่ไม่ว่าจะสังเกตได้โดยตรงหรือไม่ ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องคงความเป็นจริงโดยสามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง"

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวธีรนันท์ (2525 : 22) กล่าวว่า

ข้อเท็จจริงเป็นความรู้เกิดจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่าง ๆ โดยตรง หรือใช้อุปกรณ์ช่วยในการสังเกต และสิ่งที่สังเกตเห็นนั้นจะต้องคงเป็นจริงเสมอโดยที่ทำการทดลองซ้ำแล้วได้ผลเหมือนกัน และลำพังตัวข้อเท็จจริงมีความหมายน้อยมากต้องนำมาประกอบกันจึงจะมีความหมายมากขึ้น

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 6-7) ได้ให้ตัวอย่างและรายละเอียดเกี่ยวกับข้อเท็จจริงไว้ว่า

ตัวอย่างของข้อเท็จจริงเช่น "น้ำแข็งลอยน้ำได้" แสงสีขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ 7 สี และในการเสนอข้อเท็จจริงของนักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องบอกด้วยว่าวิธีใช้ในการทดลองเป็นอย่างไร เพื่อให้ผู้อ่านตัดสินใจว่า ควรเชื่อถือข้อเท็จจริงนั้นหรือไม่ และผู้สนใจจะได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริงนั้นได้อีกด้วย

เจมส์ บี โคแนนท์ (Conant 1964 : 35, 43) ได้กล่าวถึงข้อเท็จจริงไว้ว่า "ข้อเท็จจริงจะต้องสังเกตได้โดยตรงและต้องคงความเป็นจริง โดยสามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง"

จากแนวความคิดของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า "ข้อเท็จจริง หมายถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่ได้จากการสังเกต และสิ่งที่สังเกตเห็นนั้นต้องทดสอบได้ว่าเป็นจริงเสมอ"

มโนทัศน์ (Concept)

มโนทัศน์ มาจากคำภาษาอังกฤษว่า "Concept" ซึ่งคำ ๆ นี้ยังมีผู้ใช้คำอื่น ๆ ในความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น มโนภาพ มโนมติ สังกัป และความคิดรวบยอด สำหรับความหมายของคำว่า มโนทัศน์นั้น มีดังนี้

คาร์เตอร์ วี กูด (Good 1973 : 124) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ประการ คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มเป็นประเภทได้
2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการ หรือวัตถุ
3. ความคิด ความเห็น หรือมโนภาพ

เอ็ดการ์ บี เวส เลย์ และแสตนเลย์ พี รอนสกี (Wesley and Wronski 1973 : 96) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์ หมายถึงประเภทของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะนามธรรมที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะทั้งหมดของประเภทหรือชั้นเฉพาะอย่างของวัตถุหรือความคิดต่าง ๆ"

อาคม จันทสุนทร (2522 : 52) ให้ความหมายไว้ว่า

"มโนทัศน์ หมายถึงความคิด ความเข้าใจที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรือเรื่องหนึ่งเรื่องใดอันเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลาย ๆ อย่าง หลายแบบแล้วได้ใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาจัดเป็นพวกให้เกิดความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปรวมในสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น"

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 28) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์คือความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันอาจจะเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป"

ชัยพร วิชชาวุธ (2525 : 167) ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า

"มโนทัศน์ หมายถึงความคิดรวบยอดเกี่ยวกับประเภทของสิ่งต่าง ๆ ตามความเข้าใจของแต่ละคน เช่น เข้าใจว่าสิ่งของลักษณะเช่นใดเรียกว่าของแข็ง ลักษณะใดเรียกว่าสิ่งมีชีวิต คนลักษณะเช่นใดเรียกว่าวีรชน การกระทำลักษณะเช่นใดเรียกว่าหว่านข้าว ตลอดจนความคิดลักษณะเช่นใดเรียกว่าวัตถุนิยม"

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528 : 234) ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า "มโนทัศน์หมายถึงการเข้าใจประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้องตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น การเข้าใจมโนทัศน์ของปากกา ก็จะหมายถึงสิ่งที่ใช้เขียน มีสีต่าง ๆ เช่น ดำ แดง เป็นต้น"

รัตนะ บัวสนธ์ (2532 : 28) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า

"มโนทัศน์ หมายถึงกระบวนการความคิดของบุคคลที่ประกอบไปด้วยการจำแนก (Discrimination) และการสรุปอ้าง (Generalization) ต่อสิ่งเร้าใดก็ตามที่กระทบกับประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยใช้กฎเกณฑ์ใดกฎเกณฑ์หนึ่งทำการจำแนกและสรุปอ้างอิงการที่จะพิจารณาว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นมโนทัศน์หรือไม่อย่างน้อยจะต้องมีองค์ประกอบดังนี้ 1. มีชื่อ 2. มีตัวอย่าง 3. มีลักษณะคำพูด 4. มีค่าของลักษณะกำหนด 5. มีลักษณะทั่วไปไม่เฉพาะเจาะจงตัวอย่างคำว่า "ฟุตบอล" เป็นมโนทัศน์เพราะมีชื่อเรียกว่า "ฟุตบอล" มีตัวอย่าง เช่น ฟุตบอลลูกที่ 1 ลูกที่สอง หรือลูกใด ๆ ก็ตาม ลักษณะกำหนดคือมีความกลม ทำด้วยหนังสีดำ ๆ สีขาว สีเหลือง มีลักษณะทั่วไป หมายถึงฟุตบอลทั้งหมดไม่เฉพาะเจาะจงว่าเป็นลูกบอลลูกใดลูกหนึ่ง คำว่า "ภรณ์ทิพย์ นาคหิรัญกนก" ไม่ใช่มโนทัศน์เพราะมีลักษณะเฉพาะเจาะจง ส่วนคำว่า "นางงามจักรวาล" เป็นมโนทัศน์เพราะไม่เจาะจงหมายถึงใคร เป็นต้น"

จากแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับมโนทัศน์นี้พอจะสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึงความคิดความเข้าใจขั้นสุดท้ายของบุคคลที่จะลงข้อสรุป หรือให้คำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากได้รับข้อเท็จจริงหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น

ประเภทของมโนทัศน์

ในการแบ่งประเภทของมโนทัศน์นั้นจำแนกได้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับแนวคิดหรือหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก จึงขอนำเสนอในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

เจ เอส บรูเนอร์ และคณะ (Bruner and other 1956 :41-45) แบ่งประเภทของมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน (Conjunctive Concepts)
2. มโนทัศน์ที่มีลักษณะขัดแย้งกัน (Disjunctive Concepts)
3. มโนทัศน์ที่มีลักษณะสัมพันธ์ (Relational Concepts)

สำหรับ เดวิด เอช รัสเซล (Russell 1956 : 125-155) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ไว้ 8 ประเภทตามเนื้อหาสาระดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concepts) คือมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวนเลข การวัดซึ่งมีอยู่ในชีวิตประจำวัน

2. มโนทัศน์เรื่องเวลา (Concepts of Time) เป็นมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ของมิติ (Concepts of Space) แต่มโนทัศน์ในเรื่องเวลาเป็นนามธรรมมากกว่า ตัวอย่างมโนทัศน์ในเรื่องเวลา เช่น เช้า สาย บ่าย เย็น กลางวัน กลางคืน ฤดูกาลต่าง ๆ

3. มโนทัศน์ (Scientific Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ประกอบด้วยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ในเรื่องเวลาและมโนทัศน์ของมิติ เพราะวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับการวัดที่แน่นอนของเรื่องราวเวลา มิติ น้ำหนัก และปรากฏการณ์อื่น ๆ ด้วย

4. มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง (Concepts of the Self) คือการที่บุคคลมีความรู้สึกว่าตัวเขาเองคือใคร เป็นอะไร เป็นอย่างไร

5. มโนทัศน์ทางสังคม (Social Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ชุมชน ประชาธิปไตย ศีลธรรมและพฤติกรรมต่าง ๆ

6. มโนทัศน์ทางสุนทรียภาพ (Aesthetic Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสวยงามและขึ้นอยู่กับมโนทัศน์ทางสังคม เช่น สุนทรียภาพในภาพเขียน รูปภาพ ดนตรี เป็นต้น

7. มโนทัศน์เกี่ยวกับอารมณ์ขบขัน (Concepts of Humor) คือมโนทัศน์ที่มีอยู่ในขอบเขตของสังคมที่บุคคลนั้นอาศัยอยู่ บางสิ่งเป็นเรื่องที่ขบขันในสังคมหนึ่ง แต่อาจไม่ขบขันในอีกสังคมหนึ่งก็ได้

8. มโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ (Miscellaneous Concepts) เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับความตาย เพศ สงคราม เป็นต้น

จอห์น พี เดอ เชคโค (De Cecco, 1968 : 391-393) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะของมโนทัศน์สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน (Conjunctive Concepts) หมายถึงมโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะร่วมกันหลายอย่าง เป็นมโนทัศน์ที่อาศัยลักษณะต่าง ๆ ที่เหมาะสมมารวมกันอยู่ครบถ้วน ทั้งในรูปของจำนวนและค่าของสิ่งนั้น นับเป็นมโนทัศน์พื้นฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไป เช่น สุนัขมีลักษณะทั่วไปของสี ขนาด รูปร่าง เนื้อหนังและพฤติกรรมการเห่า แม้ลักษณะเฉพาะของลักษณะทั่วไปเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนไป เปลี่ยนจากเกรทเด็นสีน้ำตาลแกมเหลืองไปเป็นพูเดิลตัวเล็กสีขาว เราก็ยังบอกได้ว่าเป็นสุนัขและยังสามารถบอกได้ว่า สุนัขแตกต่างไปจากแมว ม้า วัว และสัตว์เลี้ยงอื่น ๆ มโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะร่วมนี้เรียนรู้และสอนได้ง่ายที่สุด

2. มโนทัศน์ที่มีลักษณะขัดแย้งกันหรือเน้นลักษณะประกอบกัน (Disjunctive Concepts) หมายถึงมโนทัศน์ที่มีลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งหรืออย่างอื่นสองอย่าง หรือหลายอย่างประกอบกัน เช่น วงกลมสีแดง และ/หรือสีเขียว แสดงว่าต้องมีลักษณะรูปร่างวงกลมพื้นฐานอยู่ ส่วนสีนั้นอาจเป็นสีใดสีหนึ่งหรือทั้งสองสีก็ได้ การผิดกติกาในการเล่นฟุตบอลอาจเกิดจากการที่ผู้เล่นเอามือไปจับลูกบอลล์หรืออาจเกิดจากการที่ยกเท้าสูงเกินควรแล้วไปถูกหน้าผ่ายตรงข้ามหรือทั้งสองกรณีหรือกรณีอื่น ๆ อีก เป็นต้น

3. มโนทัศน์ที่มีลักษณะสัมพันธ์ (Relational Concepts) หมายถึงมโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั่วไป เช่น ระยะทางและทิศทาง เป็นมโนทัศน์ที่มีลักษณะสัมพันธ์ มโนทัศน์ของระยะเวลาทางเกิดจากความสัมพันธ์ของจุดสองจุดซึ่งหมายถึงการแยกออกจากกันของจุดสองจุด มโนทัศน์ของทิศทางเป็นความสัมพันธ์ของจุดสองจุดหรือมากกว่า ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

ธวัชชัย ชัยจิรฉายากุล (2520 : 6) ได้จัดแบ่งประเภทของมโนทัศน์เป็น 3 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกิดจากคุณลักษณะร่วมกัน (Conjunctive Concept) เป็นมโนทัศน์ที่แทนคุณลักษณะร่วมกันระหว่างสิ่งของ เด็กที่จัดกลุ่มมะม่วง ขนุน กล้วย แอปเปิ้ล

เข้าด้วยกันภายใต้ชื่อผลไม้ แสดงว่าทั้ง 4 อย่างมีลักษณะร่วมกันที่รับประทานได้ มีรสใกล้เคียงกัน ในขณะเดียวกันเราแยก แมว ม้า วัว ออกจากกันได้ โดยใช้มโนทัศน์ขั้นนี้ ซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ได้ง่ายที่สุด

2. มโนทัศน์ที่เกิดจากคุณลักษณะขัดแย้งกัน (Disjunctive Concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีคุณค่าที่เหมาะสมของคุณลักษณะอีกอันหนึ่ง หรือทั้งสองอันปรากฏอยู่ในมโนทัศน์ประเภทนี้ คุณลักษณะและคุณค่าใช้แทนกันได้ เช่น "บุคคลใดที่มีสัญชาติไทยและภูมิลำเนาอยู่ในเมืองลพบุรี มีสิทธิออกเสียงเลือกตั้งสมาชิกสภาเทศบาลเมืองลพบุรี" ประกอบด้วยหลายคุณลักษณะ เป็นต้นว่า ใครก็ตามที่มีอายุเกิน 21 ปี และอยู่ในเมืองลพบุรีหรือใครก็ตามที่มีกิจการค้าอยู่ในเมืองลพบุรี หรือใครก็ตามที่มีทรัพย์สินอยู่ในเมืองลพบุรีซึ่งทั้ง 3 ลักษณะ ไม่มีสิ่งใดร่วมกันเลย มโนทัศน์ประเภทนี้ยุ่งยากในการเรียนรู้ เพราะเป็นการเทียบคุณลักษณะโดยไม่มีกฎเกณฑ์แต่ต้องเรียนรู้การเทียบชั้นของสิ่งเร้า

3. มโนทัศน์ที่เกิดจากคุณลักษณะเชิงสัมพันธ์ (Relational Concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์เฉพาะระหว่างคุณลักษณะ ตัวอย่างเช่น "ระยะทาง" ชี้เฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างจุดสองจุด "ทิศทาง" ชี้เฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างจุดสองจุดหรือมากกว่า ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนที่ไปสู่อีกจุดหนึ่ง นอกจากนี้ได้แก่ เวลา แรง น้ำหนัก สิ่งที่จำแนกคุณลักษณะคือความแตกต่างในความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเดียวกัน

กล่าวโดยสรุปแล้ว มโนทัศน์ แบ่งได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการแบ่งว่าจะใช้เกณฑ์หนึ่งเกณฑ์ใดก็ได้ มโนทัศน์แต่ละประเภทจะมีความแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับลักษณะทั่วไปและลักษณะเฉพาะที่เป็นส่วนประกอบของมโนทัศน์นั้น ๆ การที่บุคคลจะสรุปความคิดที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง จึงต้องคำนึงถึงลักษณะที่เป็นส่วนประกอบ

<u>ลำดับขั้นในการสร้างมโนทัศน์</u>

ได้มีผู้กล่าวถึงลำดับขั้นในการสร้างมโนทัศน์ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

เค โลเวลล์ (Lowell 1966 : 12-13) ได้กล่าวถึง การสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า "กระบวนการในการสร้างมโนทัศน์มี 3 กระบวนการ คือการรับรู้ (Perception) การย่นย่อ (Abstraction) และการสรุป (Generalization) การย่นย่อนับว่าเป็นจุดสำคัญของการสร้างมโนทัศน์ ซึ่งได้แก่ลักษณะเด่นที่ร่วมกันของวัตถุหรือเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมนั้น เด็กจะ

สร้างมโนทัศน์ได้ก็ต่อเมื่อเขาสามารถแยกแยะคุณสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นจึงสรุปครอบคลุมจนได้ลักษณะเฉพาะที่ร่วมกันของสิ่งที่ค้นพบ"

เอช เจ คลอสไมเออร์ และ เอฟ เอช โฮเบอร์ (Klausmeier and Hooper 1974 : 2-6) ได้ศึกษาวิจัยแล้วพบว่าการเรียนมโนทัศน์ขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนและอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมในรูปของการเรียนการสอน โดยที่ลำดับการสร้างมโนทัศน์พอสรุปได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ระดับรูปธรรม (Concrete Level) ซึ่งผู้เรียนจำวัตถุสิ่งต่าง ๆ ได้และนึกถึงชื่อของสิ่งนั้น ๆ ได้ เช่น เด็กเล็ก ๆ เรียนรู้จากคำว่า "สุนัข"

2. ระดับกลุ่ม (Identity Level) เป็นระดับที่ผู้เรียนจำสิ่งใดสิ่งหนึ่งในสภาพการณ์และเวลาที่แตกต่างกันได้ ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ระดับนี้ คือความสามารถสรุปความคล้ายคลึงและแผ่ขยายมโนทัศน์ได้ (Generalization) เช่น สุนัขก็ย่อมเป็นสุนัขเสมอไม่ว่าจะอยู่ในสถานที่ เวลา หรือมุมมองที่แตกต่างกันอย่างไรก็ตาม

3. ระดับจัดจำพวก (Classification Level) คือความสามารถจัดประเภทสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันเข้าด้วยกัน เช่น สุนัข ไม่ว่าจะมีรูปร่าง ขนาด สี หรือพันธุ์แตกต่างกันอย่างไรก็เรียกว่า สุนัข ทั้งนั้น

4. ระดับนามธรรม (Formal Level) เป็นการเรียนรู้ระดับที่ผู้เรียนสามารถให้เชื่อมมโนทัศน์อธิบายความหมาย จำแนกความแตกต่างกับมโนทัศน์อื่น ๆ ได้ ถือเป็นระดับที่เรียนรู้มโนทัศน์ได้สมบูรณ์

ประสาร ทิพย์ธารา (2521 : 157) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นการสร้างมโนทัศน์ว่าจะต้องประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. เพทนาการ (Sensation) หมายถึงกระบวนการที่บุคคลได้รับสัมผัสกับสิ่งเร้า

2. สัญชาน (Perception) เมื่อได้รับสัมผัส ประสาทสัมผัสจะตีความหมายของสิ่งเร้าที่เราสัมผัสนั้นโดยอาศัยประสบการณ์ หรือการเรียนรู้ที่มีมาแต่เดิม

3. ความจำ (Memory) คือการเก็บความเข้าใจที่ได้จากสัญชาน

4. การคิดค้นหาเหตุผลและสรุปผล (Generalization) คือการจัดระเบียบความคิดให้เป็นหมวดหมู่ ตลอดจนแยกแยะให้เห็นความแตกต่างของสิ่งเร้าเพื่อให้เกิดความเข้าใจถ่องแท้และเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

จากลำดับขั้นในการสร้างมโนทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่ากระบวนการสร้างมโนทัศน์เป็นกระบวนการเกี่ยวกับความคิด ซึ่งเริ่มจากการสังเกต การรับรู้ แล้วนำมาแยกแยะประสบการณ์หรือทดลอง พิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อที่จะหาลักษณะเฉพาะของสิ่งเร้าแล้วสร้างเป็นความเข้าใจ เพื่อสรุปรวมเป็นลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์นั้น ๆ

ประโยชน์ของมโนทัศน์

จอห์น พี เดอ เชคโค (De Cecco 1968 : 397-400) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมาย การที่จะตอบสนองสิ่งเร้าเป็นอย่าง ๆ นั้น เป็นเรื่องยุ่งยาก ดังนั้นมนุษย์จึงใช้มโนทัศน์จัดแบ่งสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เป็นกลุ่ม ทำให้การตอบสนองหรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น

2. มโนทัศน์ช่วยให้รู้จักสิ่งต่าง ๆ การรู้จักเป็นการจัดสิ่งเร้าให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง บุคคลต้องใช้ความสามารถนี้อยู่เสมอ เช่น การคิดว่าเสียงที่ได้ยินเป็นเสียงอะไร พวกไหน และมโนทัศน์เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

3. มโนทัศน์และหลักการช่วยลดความจำเป็นในการเรียนรู้ลงมาก เรียนครั้งหนึ่ง ๆ แล้วก็นำไปใช้ได้เรื่อย ๆ ไม่ต้องเรียนซ้ำอีก เช่น เมื่อรู้จักสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ต่อไปเมื่อพบสัตว์พวกเดียวกันก็จำแนกได้ จึงทำให้หาความรู้อื่น ๆ ได้มากขึ้น

4. มโนทัศน์และหลักการ ช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้รู้จักวัตถุนั้นอยู่ในกลุ่มใด เหตุการณ์ใหม่อยู่ในกลุ่มใด แล้วทำให้ตัดสินใจต่อไปได้ การมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและกว้างขวางก็เท่ากับรู้จักการแก้ปัญหา

5. มโนทัศน์และหลักการ ช่วยในการเรียนการสอน เพราะในการเรียนการสอนใช้สื่อมาก เช่น การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน

สรุปได้ว่ามโนทัศน์มีประโยชน์ต่อการจัดกลุ่มสิ่งเร้า จัดกลุ่มประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ทำให้การเรียนการสอนสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น

หลักการ (Principle)

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525 : 249) กล่าวไว้ว่า

หลักการ คือกลุ่มของมโนทัศน์ที่เป็นความรู้หลักทั่วไป ซึ่งเป็นความจริงที่ใช้อ้างอิงได้คุณสมบัติของหลักการคือจะต้องสามารถนำมาทดลองซ้ำได้โดยได้ผลเหมือนเดิม หลักการเป็นความจริงที่มีประโยชน์มากกว่าข้อเท็จจริงอื่น ๆ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เวลานักวิทยาศาสตร์พบปัญหาได้มีการตั้งสมมติฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าสมมติฐานที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้นนั้นก็คือ หลักการที่เขาคาดคะเนขึ้นนั่นเอง

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 17) กล่าวถึงหลักการไว้ว่า

หลักการเกิดมาจากมโนทัศน์นั้นเองแต่เป็นมโนทัศน์ที่ได้ผ่านการกลั่นกรองอย่างรอบคอบที่สุดแล้ว มีความเป็นปรนัยเกิดขึ้นในตัวของมัน ทุกคนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน ทดสอบแล้วได้ผลอย่างเดียวกัน ตัวอย่างของหลักการ เช่น ก๊าซเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวจากมโนทัศน์หลายมโนทัศน์ ได้แก่

1. ก๊าซออกซิเจนเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
2. ก๊าซไฮโดรเจนเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
3. ก๊าซฮีเลียมเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
4. อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว ฯลฯ

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 8) ได้ให้คำจำกัดความของหลักการไว้ว่า

ถ้านำมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กันมาผสมผสานกันและสามารถใช้อ้างอิงได้ก็จะได้หลักการ ดังนั้นหลักการจะต้องเป็นความจริงที่สามารถทดสอบได้ และได้ผลเหมือนเดิม มีความเป็นปรนัยในตัวเอง หลักการจึงเป็นมโนทัศน์ แต่มโนทัศน์ไม่จำเป็นต้องเป็นหลักการเสมอไป โดยบางมโนทัศน์อาจจะเป็นแต่บางมโนทัศน์อาจจะไม่เป็น เช่น ข้อความที่ว่า

1. การแพร่ คือการกระจายโมเลกุลของสารจากที่ซึ่งมีความเข้มข้นของสารนั้นมากไปสู่ที่ซึ่งมีความเข้มข้นของสารน้อย : จัดเป็นทั้งมโนทัศน์และหลักการ
2. ข้าวเป็นสารคาร์โบไฮเดรต : เป็นเพียงมโนทัศน์เท่านั้น

ที่เป็นเช่นนี้เพราะมโนทัศน์เป็นความคิดหลักของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งแต่ละคนอาจมีมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกัน แตกต่างกันออกไป แต่เมื่อได้กลั่นกรองอย่างรอบคอบที่สุดแล้ว ก็จะจัดเป็นหลักการ ตัวอย่างของหลักการ เช่น

1. คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นสารให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต
2. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะขยายตัว

หลักการอาจเกิดมาจากการอุปมานมวลมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องจนได้เป็นหลักการขึ้น แต่หลักการบางหลักการ เกิดจากการอนุมานจากทฤษฎีด้วย

โรเบิร์ต บี ซันต์ และ เลสลี ดับบลิว โธรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge 1973 : 9) ได้ให้ความหมายของหลักการทางการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "หลักการ คือกฎ หรือข้อบังคับเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น โลหะขยายตัวเมื่อถูกความร้อน

อาร์เธอ เอ คาร์ริน และ โรเบิร์ต บี ซันต์ (Carin and Sund 1980 : 9) อธิบายเกี่ยวกับหลักการไว้ว่า "หลักการคือ ข้อความที่กล่าวไว้อย่างกว้าง ๆ ประกอบด้วยมโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์เกี่ยวข้องกัน เช่น โลหะขยายตัวเมื่อถูกความร้อนข้อความนี้ประกอบด้วย มโนทัศน์ 3 มโนทัศน์ คือ โลหะ ความร้อน และขยายตัว"

กล่าวสรุปได้ว่า หลักการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่มีความเป็นปรนัยในตัวเอง โดยเกิดจากการรวบรวมมโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์เข้าด้วยกัน

<u>สมมติฐาน (Hypothesis)</u>

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525 : 249) กล่าวว่า

สมมติฐาน เป็นข้อสรุป หรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป ตัวสมมติฐานอาจเป็นข้อความหรือความคิดที่แสดงการคาดคะเนในสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้โดยตรง หรือสิ่งที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรนั้นกับตัวแปรตาม แนวความคิดหรือข้อความใดจะจัดเป็นสมมติฐานก็ต่อเมื่อ

1. อ้างถึงข้อเท็จจริงที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน หรือโดยหลักการเป็นข้อเท็จจริงที่ไม่สามารถมีประสบการณ์ได้
2. สามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขเมื่อมีความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 9) ให้คำอธิบายเกี่ยวกับสมมติฐานว่า

สมมติฐานเป็นข้อความซึ่งเป็นคำตอบที่อาจจะเป็นไปได้ของปัญหาที่นักวิทยาศาสตร์กำลังศึกษาหรือสนใจ สมมติฐานมักได้จากการคะเนซึ่งเกิดจากความเชื่อหรือความบันดาลใจของนักวิทยาศาสตร์ สมมติฐานใดจะเป็นที่ยอมรับหรือไม่ขึ้นอยู่กับหลักฐานหรือเหตุผลที่จะสนับสนุนหรือคัดค้าน สมมติฐานที่พิสูจน์ได้ว่าถูกต้องเป็นที่ยอมรับในสมัยหนึ่งอาจเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิกไปได้ เมื่อมีผู้ค้นพบความจริงหรือหลักฐานที่คัดค้าน บางสมมติฐานที่ตั้งขึ้นไว้เป็นเวลานานจนเป็นที่เชื่อถือได้ โดยไม่มีผลจากการสังเกตหรือการทดลองมาหักล้างได้ สมมติฐานนั้นก็จะกลายเป็นกฎ เช่น สมมติฐานของอาโวกาโดรที่กล่าวว่า "แกสทุกชนิดเมื่อมีปริมาตรเท่ากันภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะมีโมเลกุลของแกสเท่ากัน ปัจจุบันยอมรับว่าเป็นกฎของอาโวกาโดร เพราะเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิและจำนวนโมเลกุลของแกสได้อย่างถูกต้อง

ในแง่ของการเรียนการสอนแล้ว สมมติฐานจะต้องเป็นสิ่งซึ่งยังไม่เคยรู้หรือเรียนรู้มาก่อน หากได้เคยเรียนรู้มาก่อน ก็จัดเป็นเพียงข้อเท็จจริงหรือหลักการเท่านั้น

ตัวอย่างของสมมติฐาน เช่น

1. ก้อนหินที่มีตะไคร่น้ำหรือพืชเล็ก ๆ เกาะอยู่จะผุพังเร็วกว่าก้อนหินที่ไม่มีตะไคร่น้ำจับ

2. ถ้าปริมาณของตัวถูกละลายเพิ่มขึ้น จุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มขึ้น

พอล บี ไวส์ (Weise 1963 : 6) ได้กล่าวอธิบายเกี่ยวกับสมมติฐานไว้ดังนี้

สมมติฐาน หมายถึง ข้อความที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นเพื่อพยายามหาคำตอบของปัญหาหรือเป็นการลองตอบปัญหา ปัญหาหนึ่ง ๆ อาจมีคำตอบที่เป็นไปได้จำนวนมาก แต่มีเพียงคำตอบเดียวที่ถูกต้อง คำตอบนั้นจะรู้ว่าถูกหรือผิดก็ขึ้นอยู่กับการตรวจสอบโดยการทดลอง ถ้าการทดลองชี้ว่าคำตอบนั้นผิด นักวิทยาศาสตร์ต้องตั้งสมมติฐานใหม่และทดลองตรวจสอบใหม่จนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง นักวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์จะสามารถตั้งสมมติฐานที่ใกล้เคียงกับความเป็นไปได้เร็วกว่านักวิทยาศาสตร์ที่ขาดประสบการณ์

I10314581

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นอกจากนั้น หลุยส์ โอ คัสลาน และ แฮริส เอ สโตน (Kuslan and Stone 1969 : 27) ได้สรุปความหมายของสมมติฐานไว้ว่า "สมมติฐานเป็นความคิดค้นเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการสังเกตเหตุการณ์หลาย ๆ เหตุการณ์ สมมติฐานอาจจะสมบูรณ์หรืออาจจะไม่ถูกต้องทั้งหมด แต่สมมติฐานก็ใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกันอย่างง่าย ๆ ได้

กล่าวสรุปได้ว่า สมมติฐานคือ ข้อความที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ข้อความนี้อาจถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ซึ่งต้องผ่านการตรวจสอบความถูกต้องโดยการทดลอง

กฎ (Law)

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 23) กล่าวว่า "กฎเป็นรูปหนึ่งของความจริงหลัก (Principle) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ข้อความในกฎและความจริงหลักนี้มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ไม่ใช่สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมา นักวิทยาศาสตร์เป็นแต่เพียงผู้ไปเจอเท่านั้น สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างเองก็คือ ทฤษฎี"

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525 : 249) กล่าวไว้ว่า "กฎโดยทั่วไป หมายถึงหลักการที่สามารถเขียนสมการแทนความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้"

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525 : 23) กล่าวว่า

> กฎเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง มีลักษณะคล้ายกับหลักการ กฎและหลักการสามารถใช้แทนกันได้ เพราะกฎเป็นหลักการอย่างหนึ่ง แต่เป็นหลักการที่มักจะเน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งอาจเขียนเป็นสมการแทนได้ กฎมีลักษณะทั่วไปเช่นเดียวกับหลักการ กล่าวคือ กฎเป็นความจริงในตัวเองมีความเป็นปรนัย และสามารถทดสอบได้ผลตรงกันทุกครั้ง ถ้าหากมีผลการทดลองใดที่ขัดแย้งกับกฎแล้ว กฎนั้นจะต้องยกเลิกไป แม้ว่ากฎจะเป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล เขียนเป็นสมการแทนได้ แต่กฎไม่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ว่า ทำไมความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลจึงเป็นเช่นนั้น สิ่งที่จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ภายในตัวกฎได้ก็คือ ทฤษฎี

กฎ อาจเกิดมาได้ 2 ทางด้วยกันคือ

1. จากการอุปมานข้อเท็จจริง โดยการรวบรวมข้อเท็จจริงหลาย ๆ ข้อเท็จจริงมาสรุปรวมเป็นมโนมติ หลักการ

2. จากการอนุมานทฤษฎี โดยการดึงส่วนย่อยของทฤษฎีมาเป็นกฎ เช่น กฎสัดส่วนพหุคูณ แยกย่อยมาจากทฤษฎีอะตอมของ ดาลตัน เป็นต้น

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 10-11) ให้ตัวอย่างกฎไว้ดังนี้

ตัวอย่างกฎ เช่น

1. กฎสัดส่วนคงที่ "อัตราส่วนระหว่างมวลสารของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่ง พบว่าคงที่"

2. กฎแห่งการแยก (Law of Independent Assortment) "ในขณะการสร้างเซลสืบพันธุ์ ยีนคู่หนึ่ง ๆ จะแยกกันไปสู่เซลสืบพันธุ์ เซลจะมียีนเดียว"

คาร์ล จี เฮมเทล (Hampall 1966 : 54) ได้อธิบายลักษณะของกฎไว้ว่า

1. กฎเป็นข้อความที่อยู่ในรูปของข้อความสากล เช่น "เมื่อไรก็ตามที่อุณหภูมิของก๊าซเพิ่มขึ้นขณะที่ความดันคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะเพิ่มขึ้น"

2. กฎเป็นข้อความที่เป็นจริงและไม่ใช่เป็นจริงโดยบังเอิญ "ก้อนหินทุกก้อนในกล่องมีส่วนผสมของเหล็ก" เป็นข้อความที่จริงโดยบังเอิญเทียบกับ "เทียนไขเมื่อนำมาอยู่ในหม้อต้มแล้วเทียนไขจะละลาย" ไม่เป็นข้อความที่จริงโดยบังเอิญเพราะพูดถึงเทียนไขอันใดก็ได้

นอกจากนั้น จอห์น ฮอสเปอร์ (Horsper 1977 : 229-236) ได้ให้ความหมายของกฎไว้ใกล้เคียงกันว่า กฎในวิทยาศาสตร์ หมายถึงกฎธรรมชาติ (Law of Nature) ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. เป็นข้อความสากล
2. เป็นข้อความที่เป็นจริงในทุกสถานที่และเวลา
3. เป็นข้อความเงื่อนไข
4. เป็นข้อความที่มีการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
5. มีระดับของการเป็นข้อความทั่วไปสูง

กล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับความหมายของกฎได้ว่า กฎ หมายถึงความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นความจริงหลักที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยเน้นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล มีความเป็นปรนัยพร้อมทั้งเขียนเป็นสมการแทนได้

ทฤษฎี (Theory)

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 24) ให้คำอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีไว้ความว่า

ทฤษฎีไม่ว่าจะสร้างขึ้นมาโดยวิธีการอย่างใดก็ตาม การที่เราจะยอมรับว่าทฤษฎีนั้นเป็นความจริงหรือไม่ อยู่ในเงื่อนไข 3 ประการคือ

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายความจริงหลัก ความจริงเดียวที่อยู่ในอาณาเขตของมันได้
2. ทฤษฎีนั้นจะต้องอนุมานออกไปเป็นทฤษฎีหรือความจริงหลักบางอย่างได้
3. ทฤษฎีนั้นจะต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจจะเกิดตามมาได้

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525 : 248) กล่าวว่า

ทฤษฎีคือความรู้ที่เป็นหลักอย่างกว้าง ๆ ซึ่งสร้างขึ้นเป็นรูปแบบ (model) เพื่อใช้อธิบายหรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้น ๆ การที่จะยอมรับว่า ทฤษฎีใดเป็นความจริงหรือไม่อยู่ที่เงื่อนไข3 ประการคือ

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายกฎ หลักการ และข้อเท็จจริงปลีกย่อยที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีได้
2. ทฤษฎีนั้นจะต้องอนุมานออกไปเป็นกฎหรือหลักการบางอย่างได้
3. ทฤษฎีนั้นจะต้องพยากรณ์ปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525 : 30) อธิบายความหมายเกี่ยวกับทฤษฎีไว้ดังนี้

"ทฤษฎี เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง มีลักษณะเป็นข้อความที่ใช้ในการอธิบายหลักการและกฎต่าง ๆ หรือกล่าวได้ว่า ทฤษฎีเป็นข้อความที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ทั้งหลาย"

ในการสร้างทฤษฎีหรือข้อความที่อธิบายปรากฏการณ์ทั้งหลายนั้น นักวิทยาศาสตร์อาจทำได้ 2 ทางคือ

1. สร้างทฤษฎีโดยการศึกษาข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือทดลองเสียก่อน แล้วจึงใช้วิธีอุปมานรวมกับการสร้างจินตนาการ สร้างเป็นแบบจำลอง หรือข้อความที่ใช้อธิบายผลการสังเกตนั้นให้ได้

2. สร้างทฤษฎี โดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์แต่เพียงอย่างเดียว ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองสร้างเป็นแบบจำลองหรือข้อความที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ในเรื่องนั้นขึ้นมาก่อน ต่อมาภายหลังเมื่อเกิดปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีนั้นขึ้น นักวิทยาศาสตร์ก็อาศัยทฤษฎีที่สร้างไว้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 12) ได้ให้ตัวอย่างของทฤษฎีไว้ดังนี้

ตัวอย่างทฤษฎี เช่น

1. ทฤษฎีมิวเตชัน "มิวเตชัน ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต"

2. ทฤษฎีวิภาคของคลื่น "แสงเป็นได้ทั้งคลื่นและอนุภาค โดยเดินทางเป็นคลื่น แต่แสดงสมบัติเป็นอนุภาค"

พอล บี ไวส์ (Weisz 1963 : 8) ได้อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีไว้ว่า

ทฤษฎีได้มาจากสมมติฐานที่ผ่านการยืนยันจากการทดลองที่น่าเชื่อถือ และเป็นข้อสรุปที่ได้จากการทดลอง ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันหลาย ๆ ครั้ง ทฤษฎีที่ดีจะมีคุณค่าในการทำนายผลที่แน่นอน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีสิ้นสุด ทฤษฎีหนึ่งอาจใช้ได้ดีเวลาหนึ่ง ถ้ามีข้อมูลใหม่ทฤษฎีอาจต้องเปลี่ยนไป แต่มิได้หมายความว่าทฤษฎีเดิมไม่ถูกต้อง แต่เป็นเพราะว่ามันพ้นยุคสมัย

โรเบิร์ต บี ซันด์ และ เลสลี ดับบลิว โธรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge 1973 : 9) ให้ความหมายของทฤษฎีไว้ดังนี้ว่า

ทฤษฎีเป็นการรวบรวมหลักการไว้ด้วยกันมากกว่าหนึ่งหลักการ และมีลักษณะดังนี้

1. ทฤษฎี เป็นคำอธิบายที่ใช้ตรวจสอบข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติและความสัมพันธ์เฉพาะตัวข้อมูลหลาย ๆ ชุด

2. ทฤษฎี ใช้อธิบาย ทำนาย และจัดระบบคุณค่า

อาร์เธอ เอ คาริน และ โรเบิร์ต บี ซันด์ (Carin and Sund 1980 : 9) กล่าวถึงทฤษฎีไว้ว่า "ทฤษฎี คือความสัมพันธ์กันอย่างกว้าง ๆ ของหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีใช้อธิบาย สรุป และทำนาย ปรากฏการณ์สังเกตหรือผลการทดลองได้ง่ายและมีประสิทธิภาพที่สุด"

กล่าวสรุปได้ว่า ทฤษฎี หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีพื้นฐานมาจากข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตและการทดลองที่น่าเชื่อถือ สามารถใช้ทฤษฎีอธิบายหรือทำนายกฎธรรมชาติ ปรากฏการณ์ การสังเกต หรือผลการทดลองได้ง่ายและมีประสิทธิภาพที่สุด

<u>กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์</u>

<u>ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์</u>

พัชราภรณ์ พสุวัต (2522 : 16) ได้กล่าวถึงระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้เป็นหลักในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มี 6 ลำดับขั้นดังนี้

1. ขั้นกำหนดหรือตั้งปัญหา (Location of Problem) ปัญหาคือสิ่งที่เรายังไม่รู้ยังไม่เข้าใจ หาวิธีแก้ไขยังไม่ได้และเรายังต้องการแก้ปัญหานั้น ๆ

2. ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐานหรือข้อมูล (Gathering of Data) เพื่อช่วยในการตั้งสมมติฐานของการแก้ปัญหา

3. ขั้นตั้งสมมติฐาน (Setting up of Hypothesis) จากหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้วิเคราะห์และสรุปอย่างถี่ถ้วนรอบคอบแล้ว ก็ตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางเฉลยหรือแก้ปัญหาอาจมีสมมติฐานเดียวหรือหลายสมมติฐานแล้วแต่ข้อมูลที่ได้มาจะทำให้ข้อสรุปแคบหรือกว้างเพียงใด

4. ขั้นวางแผนการทดลอง (Experimentation) เพื่อทดสอบสมมติฐานว่าเป็นไปได้หรือไม่ได้ โดยวางรูปงานมีการกำหนดวิธีการทดอง เตรียมอุปกรณ์ สถานที่และผู้ปฏิบัติการทดลอง รวมถึงการกำหนดระยะเวลาและบางทีก็กำหนดค่าใช้จ่ายด้วย การทดลองสมมติฐานต้องทดลองหลาย ๆ ครั้ง หรือถ้าเป็นครั้งเดียวต้องได้ข้อมูลจำนวนมากพอที่จะเชื่อถือได้

สมมติฐานต้องทดลองหลาย ๆ ครั้ง หรือถ้าเป็นครั้งเดียวต้องได้ข้อมูลจำนวนมากพอที่จะเชื่อถือได้

5. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล ตีความ และสรุปผลการทดลอง (Analysis of Data and Conclusion) เพื่อทดสอบว่าสมมติฐานจะถูกปฏิเสธหรือรับรอง นั้นคือสมมติฐานจะสรุปได้ว่าเป็นไปได้หรือไม่ได้

6. ขั้นนำสมมติฐานไปใช้และติดตามผล (Applicability and follow up) สมมติฐานที่ถูกต้อง สามารถนำไปใช้ได้โดยไม่มีข้อโต้แย้ง หรือถ้ามีก็น้อยที่สุด สมมติฐานที่ถูกต้องสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่มีข้อขัดแย้ง หรือถ้ามีก็น้อยที่สุด สมมติฐานหลายอันต้องเลิกล้มไปเพราะมีข้อโต้แย้งขึ้นมา บางสมมติฐานใช้ได้อย่างกว้างขวางโดยไม่มีข้อโต้แย้งและกลายเป็นกฎ (Law) ไปก็มี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2533) ได้กำหนดขั้นตอนในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มี 4 ลำดับขั้นดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต และ/หรือการทดลอง
4. ขั้นสรุปผลการสังเกต และ/หรือการทดลอง

คุสแลน และ สโตน (Kuslan and Stone, 1969 : 15-16) ได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า มี 6 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุข้อความของปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นการสืบเสาะหาข้อมูลหลักฐานเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. ขั้นประเมินความเที่ยงตรงของสมมติฐาน
5. ขั้นทบทวนสมมติฐาน ถ้าจำเป็น
6. ขั้นนำข้อสรุปไปใช้กับปัญหาอื่นที่คล้ายกัน

จะเห็นได้ว่าระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์มีผู้กำหนดขั้นตอนแตกต่างกันออกไป การเรียงลำดับก็ต่างกัน แต่ทั้งหมดก็อยู่ในแนวทางเดียวกัน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มาร์แชล เอ เนย์ และคณะ (Nay and Associates 1971 : 201-203) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้มีใจความว่า "ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นการลำดับกิจกรรมหรือลำดับการปฏิบัติการ ซึ่งกระทำโดยนักวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่าง ๆ ในการจัดเรียงลำดับขั้นของการทำงาน"

เคนเนธ ดี บีเตอร์สัน (Peterson 1978 : 153) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีใจความว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นปฏิบัติการสืบสอบทางความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปพาดพิง การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย และการนำไปใช้ประโยชน์"

พจน์ สะเพียรชัย (2517 : 49-51) ได้กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือพฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูล และสื่อความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูล การสร้างสมมติฐาน การออกแบบและดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณ และการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ"

ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต (2518 : 23-24) ให้ความหมายว่า

> ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความคล่องแคล่ว ชำนิชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะสำคัญ 2 ประการ คือ ทักษะในการทำงานหรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแก้หรือขบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือมีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525 : 48) ได้กล่าวว่า

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 58-59) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า "เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าทดลอง เพื่อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2526 : 249) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้เสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

จะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทรรศนะต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่ง สำหรับใช้ในระหว่างดำเนินวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมาคม เอ เอ เอ เอส (AAA's, The American Association for the Advancement of Science, 1976 : 33-176) กล่าวว่าในการค้นคว้าหาความรู้นั้น ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสม หรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) 5 ทักษะ ดังนี้

ทักษะขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ

4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการกำหนดนโยบาย
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1-64) ได้ตระหนักถึงความสำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงได้เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 13 ทักษะคือ

1. การสังเกต หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณ หรือข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่สังเกต โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ประกอบด้วย การชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ และบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึงการเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัด รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ เลือกหน่วยกลางได้เหมาะสมกับสิ่งที่ใช้วัด เลือกเครื่องมือเหมาะสมกับสิ่งที่วัด วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตรและน้ำหนัก ฯลฯ ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์และเกณฑ์ดังกล่าวจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การแบ่งพวกของสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ สามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเอง พร้อมกับบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งพวกสิ่งของนั้นโดยใช้เกณฑ์อะไร

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึงที่ว่างในอากาศที่ถูกวัตถุแทนที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ สามารถวาดภาพ 2 มิติจากวัตถุ หรือภาพ 3 มิติได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ การบอกตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ สามารถวาดรูป 2 มิติ จากรูป 3 มิติที่กำหนดให้ หรือวาดรูป 3 มิติจากรูป 2 มิติที่กำหนดให้ได้ บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายเป็นขวาของกันและกันอย่างไร บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึงการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง เช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ ตัดสินได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน หรือแตกต่างกันเป็นต้น การคำนวณ เช่น บอกวิธีคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณได้อย่างถูกต้อง การหาค่าเฉลี่ย เช่น การบอกและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง

6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยเสนอในรูปตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจได้ดีขึ้น โดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม บอกเหตุผลในการเสนอข้อมูลในการเลือกแบบเสนอข้อมูลนั้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึงการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลหรือการอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การอธิบาย หรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลโดยใช้ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึงการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งทำได้สองแบบคือการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น การทำนายผลของข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้คือ สามารถใช้ข้อสรุปจากการทดลองที่ได้ทำมาแล้ว หรือใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ ใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่ได้เป็นที่ยอมรับแล้วมาคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่ยังไม่ได้ทำการทดลองหรือเรื่องที่ยังไม่ได้เกิดขึ้นได้

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน ซึ่งคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ สามารถสรุป คาดคะเนคำตอบของการทดสอบล่วงหน้า โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยใช้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือสามารถกำหนดความหมายหรือขอบเขตของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อจะสามารถทำการวัดหรือทดสอบได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดตัวแปร หมายถึงการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการตั้งสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือ สิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรนั้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือสามารถชี้บอกตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ขั้น คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจได้มาจากการสังเกต การวัดได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง ในรูปของตารางหรือกราฟ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูล หมายถึงการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ ในการตีความหมายข้อมูลบางครั้งต้องอาศัยทักษะอื่น ๆ ช่วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่ามีทักษะนี้ คืออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลอง บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้ถูกต้อง

<u>เจตคติทางวิทยาศาสตร์</u>

คอลลีต (Collette, 1973 : 221) ได้อ้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของแฮนนี่ (Haney) ไว้ 8 ข้อ ดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น
2. มีเหตุผล
3. เก็บข้อสงสัยไว้ก่อน จนกว่าจะมีหลักฐานเพียงพอจึงจะสรุปผล
4. มีใจกว้าง
5. มีการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ
6. ยึดความถูกต้องตามความเป็นจริงเป็นหลัก
7. มีความซื่อตรง
8. ไม่โอ้อวด

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525) ได้ระบุเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในเอกสารชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครู มี 6 ข้อดังนี้

1. มีเหตุผล
2. มีความอยากรู้อยากเห็น
3. มีใจกว้าง
4. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
5. มีความเพียรพยายาม

6. มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

คณิพร ไพชำนาญ (2528) ในรายงานการวิจัย ได้อ้างถึงการศึกษาของบิลเลห์และซาคาริแอดส์ (Billech & Zakhariades) จำแนกเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ข้อคือ

1. มีเหตุผล
2. อยากรู้อยากเห็น
3. มีใจกว้าง
4. ไม่เชื่อโชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่อธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาตร์ไม่ได้
5. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
6. มีการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2524) ในรายงานการวิจัยเรื่องการสร้างแบบสำรวจความเป็นครู และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้จำแนกเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. มีเหตุผล ชอบแสวงหาสาเหตุของสิ่งต่าง ๆ
2. ชอบสงสัย ชอบตรวจตรา และประเมินกรรมวิธี กลวิธี และประสบการณ์ต่าง ๆ
3. ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. ช่างสังเกต
5. มีความคิดเห็น และลงข้อสรุปบนรากฐานของข้อมูลที่เพียงพอและเชื่อถือได้
6. มีความอยากรู้อยากเห็นไม่พอใจคำตอบที่ไม่สมเหตุสมผล

ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากทุกแหล่งที่อยู่ในแนวทางและกรอบเดียวกัน เพื่อให้ครอบคลุมผู้เขียนวิเคราะห์จำแนกออกเป็น 9 ข้อ ดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น
2. ชอบสงสัยและชอบซักถาม
3. มีเหตุผล

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นคนอื่น และเปลี่ยนความคิดเมื่อมีหลักฐานอื่นที่ดีกว่า

5. มีความซื่อสัตย์ ยึดความถูกต้องตามความเป็นจริง

6. มีความพยายามและความอดทนในการหาคำตอบ

7. มีการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจลงข้อสรุป

8. ไม่โอ้อวด

9. ไม่เชื่อสิ่งที่อยู่นอกเหนือธรรมชาติ ไม่มีอะไรที่เกิดขึ้นโดยปราศจากเหตุที่แน่นอน

<u>ความแตกต่างและความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</u>

<u>ความหมายของเทคโนโลยี</u>

คำ "เทคโนโลยี" นั้น มีผู้ให้ความหมายไว้ในลักษณะความหมายทั่ว ๆ ไปกับความหมายที่เกี่ยวพันกับวิทยาศาสตร์

สำหรับความหมายของเทคโนโลยีโดยทั่ว ๆ ไป มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

นิพนธ์ สุขปรีดี (2527 : 7) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ 3 ความหมาย คือ

1. เป็นการใช้ความรู้อย่างมีเหตุผล เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายทางปฏิบัติ

2. เป็นระเบียบวิธี กระบวนการ ความคิดเห็นหรือการปรับปรุงวิธีการเดิม

3. เป็นการนำเอาวัสดุ หรือจุดมุ่งหมายมาบริการตามความต้องการของสังคม

นิดา สะเพียรชัย และคณะ (2525 : 6) ได้ให้ความหมายว่า "เทคโนโลยีคือความรู้ที่มนุษย์ใช้ทรัพยากรให้เป็นประโยชน์แก่มนุษย์เองในการสนองความต้องการและควบคุมสิ่งแวดล้อม"

เย็นใจ เลาหวาณิช (2529 : 3) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ดังนี้ เทคโนโลยี หมายถึงความรู้ความสามารถที่ทำให้ผู้ใช้สำเร็จประโยชน์ตามจุดมุ่งหมายที่ได้วางไว้ และแบ่งเทคโนโลยีเป็น 5 ระดับ (2529 : 10) คือ

1. ระดับต่ำสุด ความรู้ทั่วไป รู้ว่าอะไรเป็นอะไร สามารถเลือกใช้ได้
2. ระดับที่สูงขึ้น คือสามารถแก้ไขได้ เมื่อเสียก็ซ่อมได้
3. สามารถดัดแปลง เพื่อให้ใช้ได้เหมาะสมกับงาน
4. สามารถสร้างเลียนแบบได้เหมือนของจริง
5. ขั้นคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ เป็นขั้นสูงสุดของเทคโนโลยี

ยงยุทธ ยุทธวงศ์ (2531 : 12) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ว่า "เทคโนโลยีคือความรู้ความสามารถในการผลิต กระบวนการในการผลิต และการดำเนินการเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ต้องการ"

ส่วนความหมายของเทคโนโลยีที่เกี่ยวพันกับวิทยาศาสตร์นั้น มีผู้ให้ความหมายไว้มากมาย จะขอกล่าวถึงดังนี้

มัวไรซ์ โกลด์สมิธ (Goldsmith 1965 : 1965) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ว่า "เทคโนโลยี เป็นผลของการประยุกต์วิทยาศาสตร์โดยนำผลการค้นคว้าวิจัยในห้องปฏิบัติการไปประยุกต์ใช้ในการผลิตสินค้า เพื่อสนองความต้องการของมนุษย์"

จอห์น เคนเนท (Kenneth 1967 : 12) ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ว่า "เทคโนโลยี คือการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบ หรือความรู้ด้านอื่น ซึ่งได้จัดไว้อย่างมีระเบียบดีแล้ว เพื่อนำมาใช้ในทางปฏิบัติ"

คาร์เตอร์ วี กูด (Good 1973 : 592) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ 5 ความหมายดังนี้

1. ระบบทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิค
2. การนำเอาวิทยาศาสตร์มาแก้ไขปัญหาในทางปฏิบัติ
3. การจัดระบบของข้อเท็จจริงและหลักการจนเป็นที่ยอมรับ เพื่อจุดมุ่งหมายในทางปฏิบัติและอาจรวมไปถึงหลักการต่าง ๆ
4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และระบบที่ใช้ในด้านอุตสาหกรรมศิลป์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาประยุกต์ใช้ในโรงงานต่าง ๆ

5. การนำความรู้ทางตรรกศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ มาทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางวัตถุ

วิลเลี่ยม ดี เฮสเซ (Halsey 1974 : 935) ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ 3 ความหมาย คือ

1. การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เพื่อให้เกิดผลในทางปฏิบัติ และให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

2. ระเบียบวิธี กระบวนการและสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นผลมาจากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. การใช้วัสดุ หรือวัตถุมาบริการให้กับความต้องการของมนุษย์ชาติ

สวัสดิ์ บุษปาคม (2517 : 1) กล่าวว่า "เทคโนโลยี หมายถึงการนำเอาวิทยาศาสตร์ประยุกต์มาใช้ในสาขาต่าง ๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลงทุนน้อย แต่ได้ผลผลิตมากและประสิทธิภาพสูง"

ความหมายของเทคโนโลยีตามที่ระบุในพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 402) ว่า "เทคโนโลยี หมายถึงวิทยาการที่เกี่ยวกับศิลปในการนำเอาวิทยาศาสตร์มาประยุกต์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและอุตสาหกรรม"

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล และคณะ (2528 : 17) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ว่า "เทคโนโลยี หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ มาผสมผสานเพื่อสนองเป้าหมายเฉพาะตามความต้องการของมนุษย์ ด้วยการนำทรัพยากรต่าง ๆ มาใช้ในการผลิตและจำหน่ายให้ต่อเนื่องตลอดทั้งขบวนการอันจะนำมาซึ่งความกินดีอยู่ดีของสังคมมนุษย์"

มานี จันทวิมล (2531 : 4) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ว่า "เทคโนโลยี หมายถึงกระบวนการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปปฏิบัติให้เกิดประโยชน์ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ"

จากความหมายของเทคโนโลยีที่กล่าวมา จะสรุปได้ว่าเทคโนโลยีมีความหมายได้ 2 นัย คือ ความหมายโดยทั่วไปซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับความหมายที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ นัยแรกเทคโนโลยี หมายถึงความรู้ความสามารถที่ใช้ในการผลิต และดำเนินการตามจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ได้ผลผลิตอันเป็นประโยชน์แก่มนุษย์และสนองตอบความต้องการในสังคม อีกนัยหนึ่งเทคโนโลยี หมายถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิด กระบวนการ เทคนิค อุปกรณ์มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์และเพื่อผลิตสิ่งของต่าง ๆ มาสนองความต้องการของมนุษย์ โดยมีระดับเทคโนโลยีตั้งแต่ต่ำสุดถึงระดับสูงสุด

<u>ความแตกต่างและความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี</u>

อรุณ รัชตะนาวิน (2520 : 74) กล่าวถึงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า

วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่รวบรวมได้จากการสังเกตและทดลอง ส่วนเทคโนโลยีเป็นวิธีการต่าง ๆ ทั้งหมดที่มนุษย์นำมาใช้ เพื่อให้มนุษย์ได้มาซึ่งวัสดุต่าง ๆ เพื่อความดำรงอยู่และความสะดวกสบาย เทคโนโลยีมีวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญและไม่อาจแยกออกจากวิทยาศาสตร์

เสริมพล รัตสุข (2526 : 3-4) กล่าวถึงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างกันที่ผลลัพธ์และจุดมุ่งหมาย วิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายในการแสวงหาความรู้อย่างมีระเบียบ เทคโนโลยีมีจุดมุ่งหมายในการแสวงหากระบวนการและรูปแบบโดยการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาประยุกต์ เพื่อการพัฒนาให้เกิดประโยชน์ซึ่งวัดได้ในรูปผลผลิตข้อแตกต่างอีกประการหนึ่ง คือวิทยาศาสตร์ไม่ตกอยู่ภายในอิทธิพลของปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมมากเท่ากับเทคโนโลยี ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสมบัติส่วนรวมของชาวโลกที่เผยแพร่ทั่วไป โดยไม่มีการซื้อขาย ส่วนความรู้ทางเทคโนโลยีเป็นสินค้าอย่างหนึ่งที่มีราคาซื้อขายกันในตลาด

เจริญ วัชระรังษี (2529 : 258) กล่าวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า "วิทยาศาสตร์ คือความรู้วิชาการเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ธรรมชาติ ส่วนเทคโนโลยีคือความรู้วิชาการรวมกับความรู้วิธีการและความชำนาญที่สามารถนำไปปฏิบัติภารกิจให้มีประสิทธิภาพสูง"

สุทัศน์ ยกส้าน (2530 : 13) กล่าวถึงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า "วิทยาศาสตร์ คือศาสตร์ที่เรียนเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติ เรียนโดยการสังเกต ตั้งสมมติฐาน และหาทางคิดค้นพิสูจน์สมมติฐาน ส่วนเทคโนโลยีคือสิ่งที่เรานำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่การดำรงชีวิต"

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 147) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังนี้

> วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด นักวิทยาศาสตร์กับนักเทคโนโลยีอาจจะเป็นคนคนเดียวกันก็ได้ หรือเป็นคนละคนก็ได้ แต่หน้าที่ทั้ง 2 อย่างนี้แยกกันตามวัตถุประสงค์ โลกของวิทยาศาสตร์ประยุกต์จะก้าวหน้าไปเพียงใดนั้น ต้องอาศัยความก้าวหน้าของโลกวิทยาศาสตต์บริสุทธิ์เป็นรากฐาน ถ้าการวิจัยทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ไม่ก้าวหน้า วิทยาศาสตร์ประยุกต์ก็พลอยซบเซาไปด้วย เพราะว่าการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ที่จะนำไปใช้งานนั้น ต้องอาศัยกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานและโดยทางกลับกัน เทคโนโลยีก็มีส่วนสนับสนุนให้วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์คืบหน้าเหมือนกัน อย่างกรณีที่มีการสร้างยานอวกาศได้ก็เป็นการบุกเบิกให้มีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เพิ่มขึ้นอีกได้มาก วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกระบวนการฝาแฝด วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีจะต้องควบคู่กันไป ก่อนทำอะไรเราต้องรู้ก่อนแล้วจึงทำ นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้รู้ ส่วนวิศวกรเป็นผู้ทำ จนมีคำพูดติดปากอยู่เสมอว่า นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างความรู้แต่วิศวกรเป็นผู้ทำความรู้ให้เป็นประโยชน์ (Scientists make it knows, but engineeringmake it useful)

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534 : 35) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังนี้

> วิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ส่วนเทคโนโลยีเป็นการนำความรู้วิทยาการต่าง ๆ ที่วิทยาศาสตร์ค้นพบมาใช้ให้เกิดประโยชน์จะเห็นได้ว่า วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีอย่างยิ่ง กล่าวคือ เทคโนโลยีสร้างความเป็นไปได้ใหม่ ๆ ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ก็เสริมความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทั้งสองประการเสริมกันให้งานปฏิบัติการต่าง ๆ ในสังคมเจริญก้าวหน้า เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ในสังคม แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และสังคม การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้มนุษย์ในสังคมมีการพัฒนาไปด้วย มนุษย์สามารถเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ หลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นเมื่ออยู่ในสังคมที่มีการพัฒนาเจริญขึ้น นักวิทยาศาสตร์ก็จะเสาะแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นสูงขึ้นไปอีก และความต้องการของสังคมเอง ก็จะผลักดันให้นักวิทยาศาสตร์ต้องเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ต่อไปไม่หยุดยั้งเช่นเดียวกัน ความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีและสังคมเมื่อเทคโนโลยีพัฒนาขึ้นไป มีการสร้างสิ่งประดิษฐ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้มนุษย์ในสังคม มนุษย์ในสังคมจะมีความเป็นอยู่ในการดำรงชีวิตสะดวกสบาย เศรษฐกิจดีขึ้น นักเทคโนโลยีในสังคมก็จะพยายามคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ ๆ อีก และความต้องการทางสังคมเองก็มีส่วนผลักดันให้นักเทคโนโลยีพยายามพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ต่อไม่หยุดยั้ง

<u>ประโยชน์และโทษของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</u>

พิทักษ์ รักษ์พลเดช (2513 : 16-24) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประโยชน์ที่จะพึงได้รับอย่างชัด ๆ หลายประการด้วยกันคือ

1. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้มีความสามารถในสังคม
2. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยแนะแนวอาชีพ
3. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้เกิดความเจริญทางร่างกายและจิตใจ
4. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้เป็นผู้บริโภคที่สามารถ
5. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้เป็นผู้ผลิตที่สามารถ
6. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้รู้จักเวลาว่างให้เป็นประโยชน์
7. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้เกิดปรัชญาแห่งการดำรงชีวิต
8. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้ปลอดภัย
9. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้รู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นประโยชน์
10. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
11. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้เกิดความสนใจ
12. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้มาก

สิปปนนท์ เกตุทัต (2527 : 18) ได้กล่าวถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อการดำเนินชีวิตดังนี้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตด้วยเหตุผล 3 ประการคือ

1. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน ทำให้บรรลุถึงปัจจัย 4 ได้ และเป็นความจำเป็นในการดำรงชีวิต

2. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยตัวของมันเองเป็นปัจจัยหลักในการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคต

3. วิทยาศาสตร์คือเรื่องราวเกี่ยวกับมนุษย์และธรรมชาติ

จากรายงานการประชุมสมัชชาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 1 เรื่อง "การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" (2527 : 25-26) ได้ให้แนวทางการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาประเทศซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการป้องกันประเทศ
2. การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม และการจัดการทรัพยากร
3. การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพลังงาน
4. การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการเกษตร
5. การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรม

สุนีย์ คล้ายนิล (2531 : 57) ได้กล่าวถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมว่า

> ในขณะที่สังคมเปลี่ยนแปลงเป็นสังคมอุตสาหกรรมมากขึ้น ความต้องการของสังคมก็เพิ่มมากขึ้น นอกจากจะมีความต้องการวัตถุดิบต่าง ๆ สำหรับป้อนให้กับอุตสาหกรรมแล้ว ยังมีความต้องการที่จะทำให้สมาชิกของสังคมมีความเป็นอยู่ที่ดี มีคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ และสังคมที่ดีด้วย นั่นคือมีความต้องการอาหาร การสาธารณสุข ที่อยู่อาศัย สินค้าอุปโภคบริโภคต่าง ๆ และที่สำคัญคือเราต้องการความสะดวกสบาย ซึ่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทเพื่อสนองตอบความต้องการของบุคคลในสังคม

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534 : 34) ได้กล่าวถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมดังนี้

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในบางช่วงเวลา ได้มีการทุ่มเทสติปัญญา และทรัพยากรเพื่อพัฒนาอาวุธยุทโธปกรณ์ ในสงครามโลกทั้งสองครั้ง ประเทศมหาอำนาจได้รวบรวมนักวิทยาศาสตร์ชั้นนำเข้าทำงานด้วยกัน เพื่อพัฒนาเครื่องบินรบให้มีความเร็วและสมรรถนะสูง ระเบิดชนิดต่าง ๆ แก๊สพิษ และระเบิดปรมาณู ผลของสงครามทำให้เกิดการกระตุ้นเตือนนักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์คิดค้นให้เพิ่มความรับผิดชอบและระมัดระวังในผลงานของตน บุคคลหลายฝ่ายได้เรียกร้องให้ต่อต้านการทำสงครามด้วยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี แต่ประเทศมหาอำนาจก็ยังคงเร่งสร้างอาวุธร้ายแรงยิ่งขึ้น เช่นระเบิดไฮโดรเจน ระเบิดนิวตรอน สารพิษ เป็นต้น ซึ่งทำให้มีอำนาจการทำลายล้างได้มากขึ้น

ในปัจจุบันนี้ ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ต้องพึ่งพาอาศัยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเข้าไปพัวพันกับทุกชีวิตในสังคม ไม่ว่าในด้านการอาหารเครื่องนุ่งห่ม การก่อสร้างที่อยู่อาศัย การสุขภาพอนามัย และด้านอื่น ๆ เป็นต้นว่า การติดต่อโทรคมนาคม ดาวเทียม คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีชีวภาพ ความรู้ด้านวิศวกรรมพันธุศาสตร์ในการผลิตอินซูลิน สารต่อต้านไวรัส (Interferon) การปลูกอวัยวะและการเปลี่ยนอวัยวะเหล่านี้ ทำให้มนุษย์มีความเป็นอยู่สะดวกสบายอยู่รอดปลอดภัยขึ้นแต่ในขณะเดียวกัน ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็ส่งผลกระทบในทางไม่ดีต่อมนุษย์และสังคมเช่นกัน เป็นต้นว่าการใช้ยาฆ่าศัตรูพืชเป็นการทำลายระบบนิเวศน์ทำให้พื้นดินมีสารเคมี พืชได้รับสารเคมีซึ่งเป็นอันตรายแก่คนที่รับประทานพืชเหล่านี้ การใช้อาวุธทันสมัยทำลายล้างมนุษย์ด้วยกันเอง ปัญหาจริยธรรมในเรื่องการทำแท้ง ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาจสนองตอบต่อมนุษย์ได้ทั้งทางบวกและทางลบ สนองความต้องการพื้นฐานเพื่อการดำรงชีวิต สนองความอยากที่จะมั่งคั่ง มีสิ่งอุปโภคบริโภคต่าง ๆ สนองความอยากรู้อยากเห็นอยากที่จะเข้าใจของมนุษย์ คิดค้นเรื่องสสารและพลังงาน ขยายขอบเขตความสัมผัสของมนุษย์ สนองต่อความต้องการด้านความมั่นคงปลอดภัย ด้านความสุขสบายในชีวิตต่าง ๆ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้มีอาวุธต่าง ๆ มนุษย์ก็อาจใช้อาวุธทำลายล้างกันได้ วิทยาศาสตร์และเทคโนดลยีควรเป็นสิ่งที่ดีเป็นกลางแล้วแต่จะใช้สร้างสรรค์หรือทำลาย มนุษย์เป็นผู้มีความสำคัญที่จะไตร่ตรองว่าจะใช้ไปในทางใด

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการจัดระเบียบ หรือจัดองค์กรในสังคมให้ดี เพื่อให้สามารถใช้ผลิตผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ได้ผลดีและเหมาะสม

สรุปความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม การเมืองและการศึกษา โดยจะเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อบุคคลและส่วนรวม ซึ่งจะต้องอยู่ในลักษณะที่เหมาะสม จึงจะไม่เกิดปัญหาตามมา และการนำเอาเทคโนโลยีจากประเทศที่พัฒนาแล้วมาใช้ ต้องคำนึงถึงความพร้อมของผู้ใช้ สภาพสังคม และต้องเน้นการพึ่งตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มากที่สุด

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

พัชรา เรืองรัศมี (2523 : 53) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจในวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 360 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของ สสวท. และแบบทดสอบความสนใจในวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดทั้งสองมาหาความสัมพันธ์ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน ผลการวิจัยปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจในวิทยาศาสตร์ ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จันทร์พร สงค์สถิรยา (2527 : 42-45) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยองค์ประกอบคัดสรรที่เป็นลักษณะของนักเรียน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 จำนวน 429 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบความสนใจในวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แบบสำรวจนิสัยในการเรียนและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ โดยวิธีเพิ่มตัวแปรเป็นขั้น ๆ (Stepwise Multiple

Regression Analysis) แบบฟอร์เวอร์ค อินคลูชั่น (Forward Inclusion) ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. ความสนใจในวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. เจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. นิสัยทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4. ความสนใจในวิทยาศาสตร์ เจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์และนิสัยทางการเรียน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสามารถร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 4.114 โดยมีสมการทำนายในรูปคะแนนดิบและในรูปคะแนนมาตรฐานเป็นดังนี้

$$Yc = 8.336544 + 0.03947326\ X_3 + 0.01238921\ X_2 - 0.001 - 0.00161598\ X_1$$

$$Zc = 0.21487\ Z_3 + 0.02540\ Z_2 + 0.009782\ Z_1$$

5. ตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดี คือนิสัยในการเรียน โดยมีสมการทำนายในรูปคะแนนดิบและในรูปคะแนนมาตรฐาน เป็นดังนี้

$$Yc = 7.610065 + 0.03691402\ X_3$$

$$Zc = 0.20094\ Z_3$$

ยุพดี เส้นขาว (2531 : ค) ได้ทำการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์กับความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กรุงเทพมหานคร

ตัวอย่างประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 443 คน ซึ่งสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จากโรงเรียนรัฐบาลในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง และมีค่าความเที่ยง 0.89 และแบบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ของปีเตอร์ เอ รับบา และ ฮานส์ โอ แอนเดอร์เสน (Peter A. Rubba and Hans O. Andersen) ซึ่งมีความเที่ยง 0.72 วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าสถิติมัชฌิมเลขคณิต และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสนใจในวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และตัวอย่างประชากรทั้งหมดอยู่ในระดับปานกลาง

2. ความสนใจในวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นิรันดร์ ร่มพุดตาล (2531 : 51) ได้ศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เขตการศึกษา 6 โดยใช้ตัวอย่างประชากรทั้งสิ้น 488 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ทิพย์วิมล เปี่ยมสิทธิ์ (2531 : ค) ได้ศึกษามโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 484 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งสร้างขึ้นคือแบบทดสอบมโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ตัวอย่างประชากรมีมโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง มีค่ามัชฌิมเลขคณิต 60.86

2. ตัวอย่างประชากรมีมโนทัศน์ด้านการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยตรงและด้านการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่อยู่ในระดับต่ำ และมีมโนทัศน์ด้านการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการซ่อมแซม แก้ไข ด้านการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการดัดแปลงหรือปรับปรุง และด้านการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการสร้างเลียนแบบอยู่ในระดับปานกลาง

3. ตัวอย่างประชากรมีคะแนนมโนทัศน์ด้านการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่กระจายมากที่สุด และมีคะแนนมโนทัศน์ด้านการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการซ่อมแซมแก้ไขกระจายน้อยที่สุด

งานวิจัยในต่างประเทศ

เอดเวอร์ด แฟรงเกล (Franke 1960 : 201-289) ได้ทำการศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้นักเรียนชายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับนักเรียนชายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีความสามารถทางวิชาการแตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีระดับปัญญาเท่ากัน ตัวอย่างประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนชายปีสุดท้ายของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 50 คู่ แต่ละคู่ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ อย่างละ 1 คน และนักเรียนแต่ละคู่จะมีระดับสติปัญญาคะแนนสอบเข้าศึกษาต่อและอายุเท่ากัน ผลการวิจัยพบว่าความสนใจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีความสามารถทางวิชาการแตกต่างกัน โดยนักเรียนรายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ขณะที่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีความสนใจเกี่ยวกับเครื่องจักรกลและศิลปะ

โรเซฟ จอห์น โบรแกน (Brogan 1971 : 2502-A) ได้ศึกษาแบบการสอนที่มีผลต่อเจตคติของนักเรียนต่อพฤติกรรมการสอนของครูต่อความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์และต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในลอง ไอร์แลนด์ 4 แห่ง เป็นนักเรียนชีววิทยา 10 ห้อง เคมี 10 ห้อง รวม 398 คน ผู้วิจัยกำหนดให้ครูเคมี 2 คน และครูชีววิทยา 3 คน ทำการสอนโดยใช้อิทธิพลทางอ้อมห้องหนึ่ง และใช้อิทธิพลทางตรงห้องหนึ่ง ส่วนครูที่เหลืออีก 11 คนสอนปกติ และ

บันทึกเทปขณะที่มีการสอนทุกห้อง ๆ ละ 6 ครั้ง บันทึก 2 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง แล้วทำการวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนตามวิธีของแฟลนเดอร์ หลังจากเสร็จสิ้นการสอนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบ 2 ฉบับคือ The Read Science Activity Inventory เพื่อวัดความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการสอนของครู ส่วนแบบทดสอบ The State Regents Examination ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. การใช้อิทธิพลทางอ้อมในการเรียนการสอน มีสหสัมพันธ์กับความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์สูง

2. นักเรียนชีววิทยาให้ความเห็นว่า ครูชีววิทยาใช้การกระตุ้นให้อยากเรียนมากกว่านักเรียนเคมีมีความคิดต่อครูเคมี

3. ในระดับชั้นสูง ๆ คะแนนจากแบบทดสอบเจตคติต่อครูวิทยาศาสตร์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าคงที่

4. นักเรียนชายมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิงในทุกระดับชั้น

5. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก ได้คะแนนแบบทดสอบวัดเจตคติของนักเรียนต่อพฤติกรรมการสอนของครู และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง

6. นักเรียนที่ไม่ได้เลือกวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอกมีความเห็นว่า ครูไม่ให้ความอบอุ่น ไม่ใคร่กระตุ้นให้อยากเรียน และคิดว่าครูชอบใช้คำสั่งเสมอ ๆ

ชาร์ล เวสเลย์ โลวี (Lowe 1972 : 2195-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระดับเกรด 10 และ 11 จำนวน 414 คน ผลการศึกษาพบว่า ความสนใจในวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

คาโรลิน ไวท์เฮด ลินเซย์ (Lindsay 1974 : 7068-A) ได้ศึกษาผลการสอนโดยวิธีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-Centered) วิธีตามหลักสูตรวิชาเคมี (Chem Study) และวิธีครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher-Centered) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสนใจในวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ตัวอย่าง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประชากรเป็นนักเรียนที่เรียนเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 76 คน ผลการศึกษาพบว่า การสอนโดยวิธีนักเรียนเป็นศูนย์กลางจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ครูสอนโดยวิธีตามหลักสูตรวิชาเคมี (Chem Study) และวิธีครูเป็นศูนย์กลางและเพศของนักเรียนไม่มีความสัมพันธ์กัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เมื่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ หรือความคิดสร้างสรรค์เปลี่ยนแปลง

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมานี้จะเห็นว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับมโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่าในประเทศไทยยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษามาก่อน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับมโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร โดยคาดว่าจะเป็นแนวทางในการปลูกฝังมโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ถูกต้องและพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี