

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
 - 2.1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์
 - 2.1.2 วัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
 - 2.1.3 หลักการสอนวิทยาศาสตร์
 - 2.1.4 ระบบการเรียงการสอนวิทยาศาสตร์
- 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับประเภทความรู้วิทยาศาสตร์
- 2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนรู้
- 2.7 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน
- 2.8 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนและเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.9.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการใช้ชุดการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา
 - 2.9.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.9.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการใช้รูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้าตามแนวความคิดของ Ausubel และรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวความคิดของ

Suchman

2.1 ทฤษฎีที่เกี่วข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

2.1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้
ทวิศักดิ์ จินดานุรักษ์ และคณะ (2530) ได้ให้ความหมายของ
วิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่ได้จากการสังเกต และค้นคว้า
จากธรรมชาติแล้วจัดเข้าระบบ

สุพัฒน์ ชวนสนิท และคณะ (2530) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ มีความ
หมายอยู่ 2 นัยดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดค้นหาเหตุผลอย่างเป็นระบบ
ที่เชื่อถือได้หรือเราอาจเรียกว่า วิทยาศาสตร์ในฐานะกระบวนการ หรือ
Science as a Process

2. วิทยาศาสตร์ หมายถึง องค์ความรู้อันเกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์ และ
ความจริงที่มนุษย์ค้นพบโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมา
ประมวลไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อให้คนรุ่นต่อไปได้ศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์
ซึ่งเราเรียกว่า องค์ความรู้สากลของมนุษย์ทั้งมวล หรือเป็น
Universal Body of Knowledge ซึ่งได้แก่ บรรดาความรู้ทั้งหลายที่
รวบรวมไว้เป็นระบบวิชาต่างๆ เช่น เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา ฯลฯ

สุวัณท์ นิยมคำ (2531) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า
วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ของธรรมชาติ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ต่างๆ ซึ่งจัดไว้เป็นระเบียบแบบแผนและตั้งอยู่
บนพื้นฐานของการสังเกต

ภพ เลหาไพบุลย์ (2534) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้
ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้
กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

สมัชช โคมล (2535) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง วิชาที่ศึกษาเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ของสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติ และประกอบด้วยองค์ประกอบสองส่วน คือ เนื้อหาและกระบวนการ ซึ่งเนื้อหาหรือตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเกิดจากประสบการณ์ โดยการใช้ประสาทสัมผัสแล้วใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เข้าค้นคว้า เพื่อให้ได้คำตอบหรือตัวความรู้ออกมา

สุภาสินี สุกชีระ (2535) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง การค้นพบปรากฏการณ์ของธรรมชาติ หรือตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ธวัชชัย หินเมืองเก่า (2537) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาค้นคว้าเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ของสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติโดยการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาค้นหาคำตอบหรือองค์ความรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปความหมายของวิทยาศาสตร์ได้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาค้นคว้าจากธรรมชาติเพื่อหาคำตอบหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากประสบการณ์โดยการใช้ประสาทสัมผัส แล้วจัดเข้าเป็นระบบหมวดหมู่ซึ่งเรียกว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อันประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 วัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525); สุวัณท์ นิยมคำ (2531); สุภาสินี สุกชีระ (2533); สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2533) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้พอสรุปได้ 2 ด้านใหญ่ๆ ดังนี้

1. ด้านความรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Knowledges) มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์อันได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎี มากเพียงพอที่จะทำให้เข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ ให้เป็นความรู้ในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาต่างๆ ต่อไปได้ เข้าใจอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม สามารถปรับตัว เข้าได้กับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป และสามารถนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เป็นประโยชน์สูงสุดในชีวิตประจำวันได้

2. ด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Processes) มุ่งฝึกให้ผู้เรียนมีกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงพอที่จะนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้ กระบวนการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

2.1.3 หลักการสอนวิทยาศาสตร์ (ส่วพงศ์ นิยมคำ , 2531; สุภาสินี สุกชีระ, 2535) ได้กล่าวถึงหลักการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

มนุษย์รับรู้ (Percieve) สิ่งแวดล้อมและปรากฏการณ์ต่างๆ ใน ธรรมชาติโดยการสัมผัสทั้ง 5 และเครื่องมือช่วยประสาทสัมผัส ทำให้ เกิดการรับรู้ (Perception) เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบปรากฏการณ์ธรรม ชาติอย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น ในการค้นหาคำตอบเขาจะต้องตั้งคำถามให้ กับตนเองอยู่ 3 ข้อ คือ

1. มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง (What Question) คำถามจะทำให้ได้ ข้อมูลที่เกิดขึ้นทั้งหมดตามสภาพที่เป็นจริง นักวิทยาศาสตร์จะต้องสังเกต และ บันทึกไว้เขาเรียกว่า Empirical Data สำหรับนำไปวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างเป็นความรู้ต่อไป

2. มันเกิดขึ้นได้อย่างไร (How Question) คำถามนี้จะทำให้นัก วิทยาศาสตร์ได้ลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่าอะไรเกิดขึ้นก่อนหลัง มีกระบวนการ อย่างไร นอกจากนี้ยังบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

3. ทำไมจึงเกิดขึ้น (Why Question) คำถามนี้จะทำให้นักวิทยาศาสตร์ค้นหาคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้น โดยอาจสร้างเป็นทฤษฎี เพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้นๆ เช่น ทำไมเหล็กเมื่อเป็นแม่เหล็กจึงมีอำนาจดึงดูด ก็ทำให้เกิดทฤษฎีโมเลกุลแม่เหล็กขึ้น

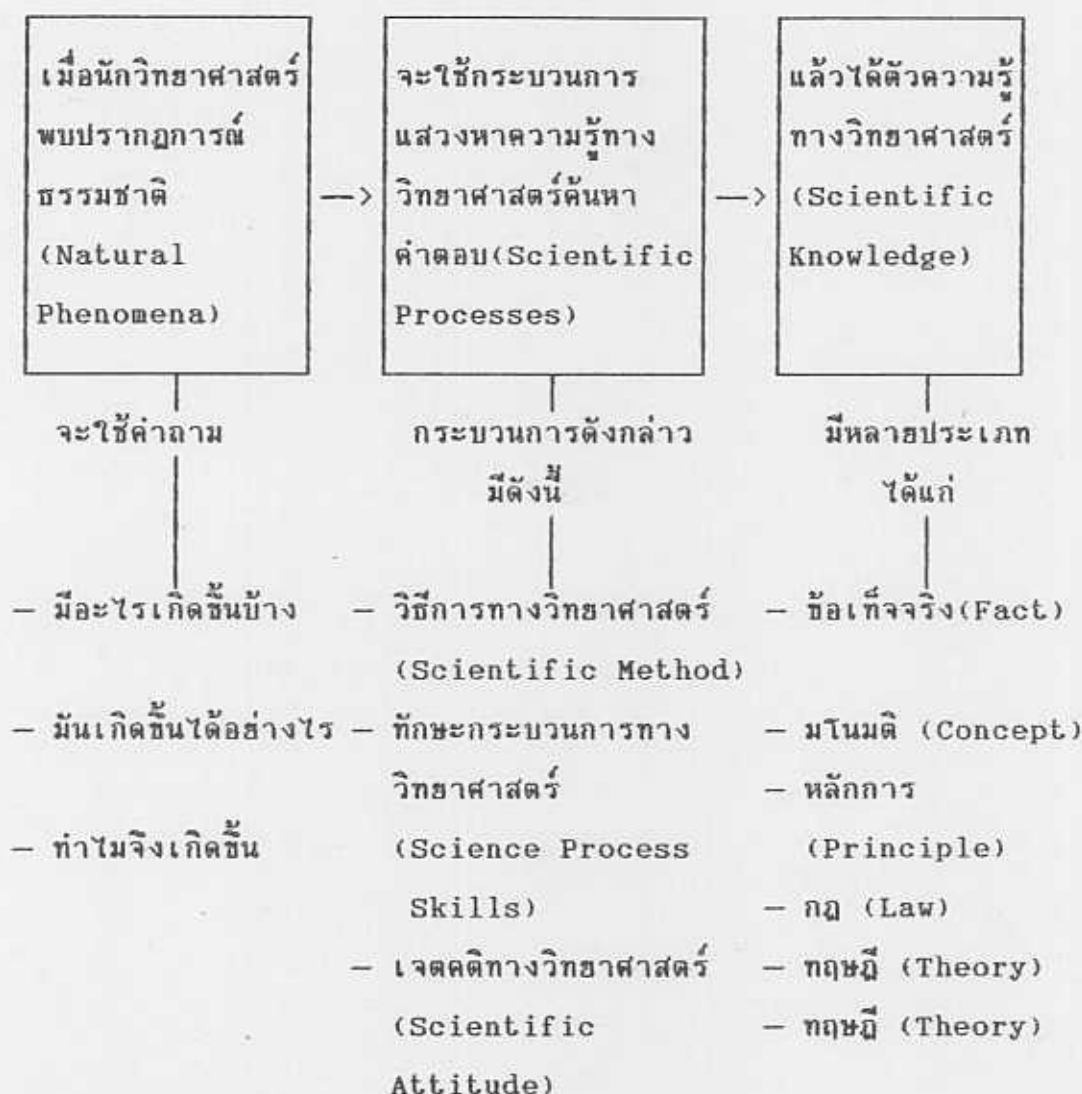
จะเห็นได้ว่าคำถามทั้ง 3 คำถามนี้ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้คำตอบของปัญหา ได้ค้นพบความจริงของธรรมชาติที่มีอยู่แล้ว ถ้าเราลำดับขั้นตอนของการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ก็จะได้ 3 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 เป็นการพบปรากฏการณ์ของธรรมชาติโดยผ่านประสาทสัมผัส หรือเครื่องช่วยประสาทสัมผัสเพื่อตอบคำถามว่า มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง มันเกิดขึ้นอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

ขั้นที่ 2 เป็นการค้นหาคำตอบโดยนักวิทยาศาสตร์ จะใช้กระบวนการเฉพาะอย่างหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้นๆ เรียกกระบวนการดังกล่าวว่า "กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์" แม้กระบวนการแสวงหาความรู้ที่นำไปใช้จะมีความแตกต่างกัน แต่ก็มีลักษณะร่วมที่คล้ายกันอยู่บ้าง ทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ ขั้นตอนที่ใช้เป็นแนวทางแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นี้เรียกว่า "วิธีการทางวิทยาศาสตร์" อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะสัมฤทธิ์ผลมากขึ้นก็ขึ้นอยู่กับการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

ขั้นที่ 3 เป็นคำตอบของปัญหาหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ถ้าเราจะเขียนแผนภูมิของการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ จะเขียนได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 1 แสดงการได้ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ส่วลัก

นิชมคำ, 2531; สภาสินี สุขธีระ, 2534)

จากแผนภูมินี้จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์นั้น เป็นการค้นหาความจริงในธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ วิทยาศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะตัวความรู้วิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่รวมทั้งกระบวนการที่ได้ความรู้ขึ้นมาด้วย

ภพ เลหาไพบุลย์ (2534) กล่าวว่า ในการสอนเพื่อให้นักเรียน ได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา มีทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ มี เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูจะต้องเป็นผู้จัดการเรียนการสอนโดยการให้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมมากที่สุด กล่าวคือ ครูเป็นเพียงผู้ ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้ปฏิบัติไปตามขั้นตอนของวิธีวิทยาศาสตร์ เพื่อ ให้เขาได้มีโอกาสค้นพบความรู้ด้วยตนเองและสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ วิธีการเช่นนี้จะทำให้นักเรียนนำไปใช้ในการอยู่ร่วมกับสังคมได้ดี วิธีการ สอนที่ครูนิยมใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์มีอยู่หลายวิธีแต่ยังไม่มีข้อมูลใด ชี้ยืนยันได้ว่าวิธีการสอนใดดีที่สุด ดังนั้น ครูวิทยาศาสตร์จึงต้องมีความรู้ ในวิธีสอนอย่างกว้างขวาง และสามารถใช้ดุลยพินิจเลือกวิธีสอนให้ เหมาะสมกับเนื้อหาและสถานการณ์ที่เป็นอยู่ในขณะนั้นๆ

รุจิระ สุภรณ์ไพบุลย์ (2532) กล่าวว่า ในการสอนวิทยาศาสตร์ นั้นมีวิธีการสอนอยู่หลายวิธี ซึ่งบางวิธีก็เหมาะกับบางเนื้อหา ทั้งนี้จะต้อง อาศัยความสามารถของผู้สอนที่จะเลือกวิธีสอนมาใช้สอนให้สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้นๆ ด้วย

ชัชชัย หินเมืองเก่า (2537) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ ครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองมากที่สุด ตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้ความรู้ มีทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเลือกกิจกรรมให้เหมาะสม กับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้นๆ ด้วย

จะเห็นได้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูจะต้องให้นักเรียนได้มีส่วน ร่วมในกิจกรรมมากที่สุด ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้มี ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทาง โดยนักเรียนต้องสามารถค้นพบคำ ตอบด้วยตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ผู้สอนต้องเลือกใช้ให้เหมาะ สมกับเนื้อหา

2.1.4 ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

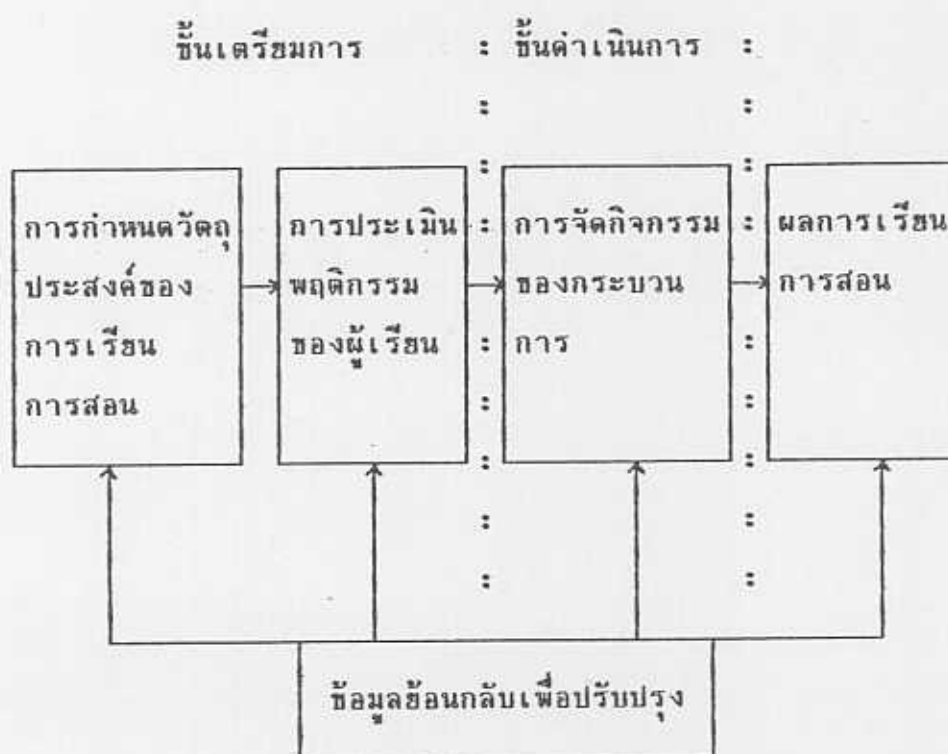
กิ่งฟ้า สินขวงษ์ (2533) ได้กล่าวถึงระบบการเรียนการสอนไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงองค์ประกอบทุกองค์ประกอบของการเรียนการสอน ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อกัน มีหน้าที่ของตนเองและหน้าที่ต่อกัน เพื่อให้การเรียนการสอนเกิดผลผลิตตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ และที่สำคัญระบบนี้ต้องมีการประเมินเพื่อปรับเปลี่ยนตลอดเวลา

องค์ประกอบของการเรียนการสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

(กิ่งฟ้า สินขวงษ์, 2533)

1. ขั้นเตรียมการ
2. ขั้นดำเนินการ
3. ขั้นประเมินผล
4. ขั้นข้อมูลย้อนกลับ

เราสามารถนำเอารูปแบบการสอนของ Glaser มาจัดใส่ให้เป็นระบบได้ตามแผนภาพดังนี้ (กิ่งฟ้า สินขวงษ์, 2533)



แผนภูมิที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนของการจัดการเรียน การสอนอย่างเป็นระบบกับรูปแบบการสอนของ Glaser (ที่มา: De Cecco อ้างถึงใน กิ่งฟ้า สินช่วงศ์, 2533)

นอกจากนี้หากพิจารณารายละเอียดของขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอนอาจแบ่ง ได้ดังนี้ (กิ่งฟ้า สินช่วงศ์, 2533)

1. ขั้นเตรียมการ ในขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ คือ
 - 1) การสำรวจปัญหาและทรัพยากร
 - 2) การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน
 - 3) การวิเคราะห์ผู้เรียน
 - 4) การวิเคราะห์และการจัดลำดับเนื้อหา
 - 5) การกำหนดการสอนและกิจกรรม
 - 6) การกำหนดสื่อการสอน

7) การกำหนดแนวทางการประเมิน

8) การเขียนแผนการสอน

2. ขั้นดำเนินการ ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการสอน และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมตามที่ได้เตรียมไว้ ขั้นดำเนินการสอนอาจจำแนกได้เป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) การนำเข้าสู่บทเรียน

2) การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน

3) การสรุป

3. ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบว่าการเรียนการสอนได้เตรียมการและดำเนินการนั้น สามารถนำผู้เรียนไปสู่วัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ และจากผลการประเมินดังกล่าว อาจนำไปใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป ในการประเมินอาจจำแนกได้เป็น

1) การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน และการสอนของผู้สอน

2) การวิเคราะห์ผลการประเมิน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

4. ขั้นข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ซึ่งเป็นแนวทางการควบคุมระบบให้มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องเป็นระบบ นักเรียนต้องได้รับทั้งความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ควบคู่กันไปซึ่งเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับประเภทความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.2.1 ประเภทความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย, 2525)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อันมีอยู่มากมายนั้นไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพหรือชีวภาพจะมีส่วนประกอบของความรู้ที่สามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ คือ ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎี

2.2.1.1 ข้อเท็จจริง(Fact)จัดเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีทั้งที่สามารถสังเกตได้โดยตรงและไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่ไม่ว่าจะสังเกตได้โดยตรงหรือไม่ ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องคงความเป็นจริง โดยสามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้งตัวอย่างเช่น

- ตัวหนอนในเนื้อเน่าเกิดจากไข่ของแมลงวัน
- น้ำเมื่อได้รับความร้อนจะกลายเป็นไอ
- ดึกแฉ่นมี 6 ขา
- เหล็กได้รับความร้อนจะขยายตัว
- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้น้ำปูนใสขุ่น

2.2.1.2 มโนคติ(Concept) คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ดังนั้นมโนคติจึงเป็นกลุ่มของข้อเท็จจริงที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันนำมาผสมผสานกัน ช่วยให้เรามองเห็นลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นและมองเห็นได้ว่าสิ่งนั้นมีความแตกต่างจากสิ่งอื่นอย่างไร มโนคติทางวิทยาศาสตร์อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ตามลักษณะของการนำไปใช้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การนำไปใช้ในการบรรยาย การพยากรณ์และการอภิปราย มโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่แบ่งออกเป็น 3 ประเภทมีดังต่อไปนี้

1. มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท มโนคติประเภทนี้เป็น การกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่างๆ ไว้เป็นพวกๆ เพื่อใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้นๆ ให้เข้าใจตรงกัน ตัวอย่างเช่น

- แมลง คือ สัตว์ที่มีขา 6 ขา และลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน
- สสาร คือ สิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่
- ระบบย่อยอาหารเป็นกลุ่มของอวัยวะหลายอย่าง ซึ่งทำหน้าที่ร่วมกันอย่างหนึ่งคือ เติบโตอาหารสำหรับย่อย

2. มโนคติที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนคติย่อยที่เกี่ยวข้องกัน ช่วยให้สามารถพยากรณ์หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้นตัวอย่างเช่น

- แรง คือ อำนาจผลักหรือดึงวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่
- อัตราการเกิดและอัตราการตาย มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง

ขนาดของประชากร

3. มโนคติทางทฤษฎี เป็นการกำหนดสิ่งที่เรามองไม่เห็น แต่เรารู้ว่ามีอยู่จริงเพราะมีหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง มโนคติประเภทนี้นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้นโดยอาศัยการสร้างจินตนาการหรือนิยามภาพขึ้นในสมองเพื่อกำหนดคุณลักษณะของสิ่งนั้น ตัวอย่างเช่น

- อะตอม คือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ อะตอมประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน
- แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.2.1.3 หลักการ (Principle) คือ กลุ่มของมโนคติที่มีความสัมพันธ์กันนำมาผสมผสานกันใช้เป็นความรู้หลักทั่วไป หลักการจะต้องเป็นจริงที่ใช้อ้างอิงได้ สามารถนำมาทดสอบซ้ำได้ผลเหมือนเดิม หลักการเป็นความจริงที่มีประโยชน์มากกว่าข้อเท็จจริงอื่นๆเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เวล่านักวิทยาศาสตร์พบปัญหาจะมีการตั้งสมมติฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ จึงอาจกล่าวได้ว่าสมมติฐานที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้นนั้นก็คือ หลักการที่คาดคะเนขึ้นนั่นเอง ตัวอย่างเช่น

- สสารเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
- แม่เหล็กขั้วชนิดเดียวกันจะผลักกัน ขั้วต่างกันจะดูดกัน
- แสงจะหักเหเมื่อเดินทางจากตัวกลางชนิดหนึ่งไปยังตัวกลางอีกชนิดหนึ่งที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน

2.2.1.4 กฎ (Law) คือ หลักการที่มักเน้นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ (Cause) และผล (Effect) ซึ่งอาจเขียนแทนด้วยสมการได้ กฎมีความเป็นจริงในตัวเอง สามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

กฎมักจะบอกว่าเหตุกับผลมีความสัมพันธ์กันในลักษณะไหน อย่างไร แต่ก็ไม่สามารถอธิบายให้เราเข้าใจได้ว่า ทำไมความสัมพันธ์จึงเป็นเช่นนั้น ตัวอย่างของกฎ เช่น

- กฎของบอยล์ "ถ้าอุณหภูมิคงที่ปริมาณของก๊าซจะแปรผกผันกับความดัน" ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$V \propto \frac{1}{p} \quad (\text{ถ้า } t \text{ คงที่})$$

- กฎของความโน้มถ่วง "แรงดึงดูดจะแปรผกผันกับระยะทางกำลังสองและแปรตรงกับผลคูณของมวล" ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

2.2.1.5 ทฤษฎี(Theory) เป็นข้อความที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในการอธิบายกฎหรือหลักการหรือพฤติกรรมหนึ่งว่า ทฤษฎี คือ ข้อความที่ใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ทั้งหลายนั่นเอง

ในการสร้างทฤษฎีบางครั้งนักวิทยาศาสตร์ก็ต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือทดลองเสียก่อน แล้วจึงใช้วิธีการอุปมานรวมกับการสร้างจินตนาการขึ้น เพื่อสร้างรูปแบบ (Model) ที่อธิบายผลการสังเกตนั้นให้ได้ ในบางครั้งนักวิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากการสังเกตหรือทดลองก็ได้ แต่อาศัยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สร้างทฤษฎีขึ้นมาและต่อมาภายหลังเมื่อมีปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีนั้นเกิดขึ้น นักวิทยาศาสตร์ก็อาศัยทฤษฎีนั้นอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้

ไม่ว่าทฤษฎีจะสร้างขึ้นโดยวิธีใดก็ตาม การยอมรับทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งหรือไม่ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่อไปนี้

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายกฎ หลักการและข้อเท็จจริงของเรื่องราวทำนองเดียวกันได้

2. ทฤษฎีจะต้องอนุมานออกไปเป็นกฎหรือหลักการบางอย่างได้

3. ทฤษฎีจะต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้

หากทฤษฎีใดไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กล่าวนี้ ทฤษฎีนั้นก็ต้องล้มเลิก
ดังตัวอย่างของทฤษฎีต่อไปนี้

ตัวอย่าง : ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก (Molecular Theory of Magnetization)

ความจริงที่เราพบเห็น คือ แม่เหล็กดูดเหล็กได้ ขั้วเหนือกับขั้วเหนือ
วางใกล้กันจะผลักกัน ขั้วเหนือกับขั้วใต้เอามาใกล้กันจะดูดกัน ทำไมจึงเป็น
เช่นนั้น ก็มีนักวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายขึ้นขึ้นเรียกว่า ทฤษฎีโมเลกุลของ
แม่เหล็ก

ทฤษฎีนี้กล่าวว่า "สารแม่เหล็กทุกชนิด (สารที่สามารถทำเป็นแม่เหล็ก
ได้) จะมีโมเลกุลเล็กๆ ที่มีอำนาจแม่เหล็กอยู่แล้ว (กล่าวคือ แต่ละ
โมเลกุลแม่เหล็กจะมีขั้วเหนือและขั้วใต้อยู่แล้ว) เมื่อสารแม่เหล็กยังไม่แสดง
อำนาจแม่เหล็กออกมา เป็นเพราะโมเลกุลแม่เหล็กของมันเรียงตัวกัน
ระเกะระกะไม่เป็นระเบียบ เอาขั้วเหนือและขั้วใต้ชนกันเป็นวงจรปิดต่อ
เนื่องกันไปจึงทำลายอำนาจกันหมดไปเอง เมื่อสารแม่เหล็กเป็นแม่เหล็กนั้น
โมเลกุลแม่เหล็กของมันจะเรียงตัวกันเป็นระเบียบ เอาขั้วเหนือชี้ไปปลายหนึ่ง
ขั้วใต้ชี้ไปปลายหนึ่ง ดังนั้นอำนาจแม่เหล็กจึงไม่ทำลายกัน จะมีขั้วอิสระที่
ปลายทั้ง 2 ข้าง"

เหตุผลและหลักฐานที่แสดงว่าทฤษฎีนี้จริง

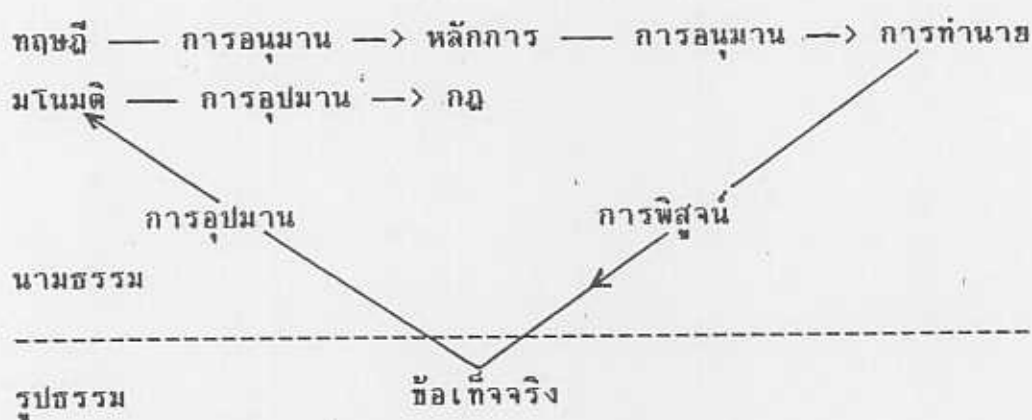
1. อธิบายได้ว่าขั้วเหมือนกันผลักกัน ขั้วต่างกันดูดกัน เพราะ
ทฤษฎีนี้กล่าวว่าขั้วเหมือนกันมีอำนาจอย่างเดียวกัน ส่วนขั้วต่างกันดูดกัน
เพราะมีอำนาจคนละชนิด

2. การทำแม่เหล็กโดยนำไปทางเคียว เอาแท่งเหล็กวางข้าง
ล่าง แล้วเอาแม่เหล็กลากผ่านจากปลายหนึ่งไปสู่อีกปลายหนึ่ง แท่งเหล็กจะ
กลายเป็นแม่เหล็กได้ เพราะการถูเป็นการจัดระบบโมเลกุล

3. การเอาแม่เหล็กไปเผา หรือเคาะแรงๆ อำนาจแม่เหล็ก
จะเสื่อมลง เพราะโมเลกุลเรียงตัวไม่ค่อเป็นระเบียบ



เราอาจสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎี ได้ด้วยแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎี (คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย, 2525)

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการแสวงหาความรู้ในทุกสาขาวิชาต้องอาศัยทักษะทางสติปัญญาในการรวบรวม ตรวจสอบ จัดกระทำและสื่อความหมาย ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้ในชีวิตประจำวันที่เราเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ประณีต วิบุลย์ปิ่น (2521) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่นักวิทยาศาสตร์ได้ปฏิบัติกัน จากประสบการณ์ทางธรรมชาติที่นานมาแล้ว ทักษะดังกล่าวจำเป็นต้องใช้ การสังเกต การอธิบาย การตั้งสมมติฐาน การค้นคว้าทดลอง การบันทึกข้อมูล และการสรุปวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นหาคำตอบใหม่ๆ และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหา

ในชีวิตประจำได้

สุมาลี กาญจนชาติวี (2525) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่ใช้ในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา การจำแนก การใช้เลขจำนวนและการคำนวณ การวัด การถ่ายทอดผลงาน การพยากรณ์ การลงข้อวินิจฉัย การควบคุมตัวแปร การแปลผลจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและการทดลอง

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบที่นำไปสู่ข้อบ่งชี้การเรียนรู้ของมนุษย์ โดยอาศัยการค้นคว้าการทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการ กฎ อาศัยการฝึกปฏิบัติและพัฒนาความคิดควบคู่ไปด้วย

โชติ เพชรชื่น (2527) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคล่องแคล่วในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่อาจเห็นได้ เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การสร้างสมมติฐาน การหาข้อยุติ หรือการลงความเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

สมชัย โกมล (2535) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหา จัดกระทำ ตรวจสอบและสื่อความหมายข้อมูล หรือความรู้ วิธีการที่เรียกว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ได้แก่ การสังเกต การวัด การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การทำนาย การจำแนกประเภท การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการทดลอง

สุภาสินี สุกชีระ (2535) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญา เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

อาสา คัมภีรา (2537) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนความคิด ความสามารถในการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบจนเกิดความชำนาญ และความคล่องแคล่ว ในการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ หรือความรู้ที่ยังไม่รู้

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เพื่อแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ โดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้แสวงหาความรู้ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกัน (The

American Association for the Advancement of Science

: AAAS) ได้สร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ชื่อว่า SAPA (Science: A Process Approach) บทเรียนเหล่านี้จะเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ซึ่งมีอย่างน้อย 13 ทักษะ (อ้างถึงในสุภาสินี สุภธีระ, 2535) โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

ก. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่

- 1) การสังเกต (Observing)
- 2) การวัด (Measuring)
- 3) การใช้ตัวเลข (Using Number)
- 4) การจำแนกประเภท (Classifying)
- 5) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)
- 6) การสื่อความหมาย (Communicating)
- 7) การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
- 8) การพยากรณ์ (Predicting)

ข. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Complex Science Process Skills) ได้แก่

- 9) การควบคุมตัวแปร (Controlling Variable)
- 10) การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
- 11) การตั้งนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
- 12) การทดลอง (Experimenting)
- 13) การแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล (Interpreting Data and Conclusion)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อัสถึงใน วัฒนา สิงหนวัฒน์, 2533) ได้ให้รายละเอียดของทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ หลายอย่างรวมกันทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูล ของวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ถ้าหากทราบว่าข้อมูลที่บันทึกได้นั้น เกิดจากการสังเกตหรือไม่ ต้องถามตัว เองว่า ข้อมูลที่ได้มาจากประสาทสัมผัสส่วนไหน ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง หรือเปล่า ถ้าตอบว่าใช่ แสดงว่าเป็นการสังเกต หากตอบว่าไม่ใช่จะเป็น การลงความเห็น ข้อมูลจากการสังเกตมี 2 ประเภท คือ

1.1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะ และสมบัติ ที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง กล่าวคือ ผู้สังเกตนอกจากจะใช้ตา หู ฟัง ผิวสัมผัสแล้ว ยังต้องใช้จมูกดม และ ลิ้นชิมด้วย

1.2) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับ ปริมาณ เช่น ขนาด น้ำหนัก อุณหภูมิหรืออาจบอกโดยการกะประมาณเปรียบ เทียบกับค่าอื่นๆ

ข้อมูลการสังเกตจะละเอียดชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้ามีข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอยู่ด้วยดังนั้นในการสังเกตข้อมูลใดๆ มักจะมีการกระทำบางอย่างที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัตถุ เช่น นำวัตถุใส่น้ำร้อนหรือการเพิ่มความร้อนให้กับวัตถุนั้น สิ่งที่เกิดขึ้นอย่างระมัดระวังเกี่ยวกับการสังเกตการกระทำนั้นคือ ลักษณะของสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น

ข้อเสนอแนะในการสังเกต

ในการสังเกตนั้น นอกจากเราต้องพยายามสังเกตตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ควรสังเกตหลายๆ ครั้งอย่างละเอียดรอบคอบ และยังมีข้อแนะนำที่ควรคำนึงถึงดังนี้

- (1) ควรพยายามใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างในการสังเกต
- (2) ควรสังเกตให้ได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ
- (3) ถ้าเป็นไปได้ควรสังเกตข้อมูลจากการทดลอง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงสมบัติของสิ่งที่สังเกต หรือเพื่อดูผลของสิ่งที่เราสังเกตที่มีต่อสิ่งอื่น
- (4) ข้อมูลจากการสังเกตต้องไม่ลงความเห็นส่วนตัวลงไป

2. ทักษะการวัด (Measuring)

การวัดเป็นทักษะกระบวนการในการใช้เครื่องมือ เกี่ยวกับปริมาณต่างๆ ที่ต้องการทราบว่า ปริมาณที่ได้จากการวัดเป็นรากฐานที่สำคัญสำหรับการนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการ และกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการวัดจึงเป็นทักษะที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง สำหรับการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

ลอร์ด เคลวิน กล่าวว่า "เมื่อศึกษาสสาร หรือวัตถุใดก็ตาม ถ้าไม่สามารถทำการวัด หรือแสดงออกมาเป็นตัวเลขได้ ก็ไม่มีแนวคิดที่จะนำข้อมูลไปศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์ต่อไปได้" บางครั้งการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ อาจไม่จำเป็นต้องทำการวัด เพราะข้อมูลที่ต้องการเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างเฉียบ แต่อย่างไรก็ตาม สิ่งที่เราสังเกตได้โดยผ่านประสาทสัมผัสของเรานั้น บางครั้งก็เชื่อถือไม่ได้และไม่ถูกต้อง ดังนั้น

นักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือต่างๆ ทำการวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต ข้อมูลที่ได้จากการวัดส่วนมาก จะต้อง มีหน่วยกำกับเสมอ และหน่วยที่ใช้กันอยู่เป็นสากล คือ หน่วยเอสไอ (System International of Units. SI) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมีอยู่มากมาย หลายชนิดจากเครื่องมือธรรมดาและง่าย เช่น ไม้บรรทัด ไปจนถึงเครื่องมือ ที่สลับซับซ้อน เช่น ไมโครมิเตอร์ ฉะนั้นการวัดด้วยเครื่องมือเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะในการวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลตัวเลขที่ถูกต้องและเหมาะสม

3. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่แสดงด้วยตัวเลขซึ่งได้จากการสังเกตเชิงปริมาณการวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจน หรือให้เป็นข้อมูลที่มีความหมายในเชิงสถิติ เพื่อประโยชน์ในการแปลความหมายและสรุปผลต่อไป

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)

การจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการแบ่งสิ่งของ โดย มาตรฐาน (Criteria) หรือสร้างเกณฑ์ในการแบ่งขึ้น เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดประเภทของสิ่งของมี 3 เกณฑ์คือ ความเหมือน (Similarities) ความแตกต่าง (Differences) และความสัมพันธ์ร่วม (Interrelationship) ซึ่งแล้วแต่จะเลือกเกณฑ์ใดเป็นเกณฑ์ และควรระวังในการสร้างความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นด้วยว่า ของสิ่งเดียวกัน อาจแบ่งได้หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่เราใช้ และของสิ่งนั้นในเวลาเดียวกันจะอยู่ได้เพียงประเภทเดียว เท่านั้น คืออยู่ในประเภทหนึ่งแล้วจะอยู่ในประเภทหนึ่งไม่ได้ เป็นอันขาด

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ มิติกับเวลา (Space/Space Relationship and and Space/Time Relationship)

มิติของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างบริเวณวัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปมิติของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาวและความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ 2 มิติ กับ 3 มิติ เช่น ถ้าฉายไฟฉายไปที่วัตถุทรงกระบอก จะเกิดเงาเป็นรูปวงกลม หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา เช่น วิ่งได้ระยะทาง 100 เมตร ในเวลา 5 นาที เป็นต้น

6. ทักษะการสื่อความหมาย (Communicating)

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ดังนั้น การสื่อความหมายจึงเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่ไม่เพียงแต่จะใช้ในสาขาวิทยาศาสตร์เท่านั้นยังสามารถนำไปใช้ในกิจการอย่างอื่นได้ด้วย ในทางวิทยาศาสตร์อาจทำได้หลายรูปแบบ คือ

6.1) คำพูด หรือคำบรรยาย หมายถึง ข้อความที่รัดกุมชัดเจน ที่แสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันในแต่ละผล

6.2) สัญลักษณ์ หมายถึง ตัวอักษร หรือเครื่องหมายที่ตกลงกันไว้เพื่อแทนข้อความบางอย่าง ให้รัดกุม สะดวกและง่ายต่อการเข้าใจยิ่งขึ้น

6.3) สมการทางวิทยาศาสตร์ ในบางครั้งการสื่อความหมาย โดยการพูด หรือคำบรรยายยังฟังไม่รัดกุม และง่ายต่อการเข้าใจ แต่ถ้าใช้สมการทางวิทยาศาสตร์จะง่ายต่อการเข้าใจ

6.4) ไดอะแกรม เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในแผนภาพ โดยปกติแล้วไดอะแกรมมักแสดงให้เห็นเฉพาะส่วนที่เป็น

หลักการ หรือส่วนที่สำคัญเท่านั้น โดยเว้นส่วนที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยทั้งหลายไว้ ดังนั้นไดอะแกรมจึงเป็นแผนภาพที่ง่ายไม่ซับซ้อนแต่ก็ยังสามารถให้เห็นส่วนสำคัญของเรื่องนั้นๆ

6.5) แผนที่ หมายถึง แผนภาพที่แสดงอาณาเขต หรือบริเวณพื้นที่เอาไว้เพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงของส่วนต่างๆ ของข้อมูลบริเวณพื้นที่นั้นๆ เช่น แผนที่ทางอากาศแสดงทิศทางของกระแสลม เป็นต้น

6.6) รูปภาพ ซึ่งอาจเกิดจากการวาดหรือถ่ายภาพของจริง เพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลต่างๆ เช่น รูปภาพแสดงทางเดินของน้ำผ่านทางรากเข้าไปในท่อลำเลียงน้ำของพืช

6.7) ตาราง เป็นการเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ หรือทดลองแทนที่จะเขียนกระจัดกระจาย ก็เขียนลงในตารางให้เป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกในการดูและง่ายต่อการเข้าใจ

6.8) กราฟ เป็นการเสนอข้อมูล เพื่อสะดวกในการดู และง่ายต่อการแปลความหมาย

จะเห็นว่า การสื่อความหมายข้อมูลทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งจะเลือกรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล วัตถุประสงค์ของงานที่ศึกษา เพื่อสะดวก และง่ายต่อการแปลความหมาย และสรุปข้อมูลในขั้นต่อไป

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลนี้อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง เมื่อได้ข้อมูลมาชุดหนึ่งข้อมูลชุดนี้อาจเป็นประโยชน์กับเราไม่มากนักจำเป็นต้องใช้กระบวนการทางความคิด เพื่อหาความหมายของข้อมูลที่ได้เหล่านั้น

การลงความเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกัน อาจแตกต่างกัน เพราะมีประสบการณ์ต่างกัน ดังนั้นเมื่อนักวิทยาศาสตร์พบวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ มักจะลงความเห็นจากข้อมูล อาจเป็นไปได้หลายอย่าง ต่อจากนั้นจะมีการตรวจสอบว่าการลงความเห็นข้อใดมีเหตุผลสนับสนุนอย่างเพียงพอ ในบาง

กรณีอาจมีการทดสอบ การลงความเห็นจากข้อมูลบางส่วน เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานที่รัดกุมต่อไป

การลงความเห็นจากข้อมูลต่างกับการทำนายในแง่ที่ว่า การลงความเห็นจากข้อมูลไม่บอกเหตุการณ์ในอนาคต เป็นเพียงอธิบาย หรือหาความหมายของข้อมูล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยเท่านั้น

8. ทักทายการทำนาย หรือ การพยากรณ์ (Predicting)

การทำนายหรือการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ อาศัยหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นๆ มาช่วย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล

(Interpolating) และภายนอกขอบเขตของข้อมูล (Extrapolating)

เมื่อได้ข้อมูลมาชุดหนึ่ง เราต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ได้แล้ว เราก็สามารถทำนายค่าต่างๆ ที่อยู่ภายในขอบเขตของข้อมูล และอยู่ภายนอกขอบเขตของข้อมูล โดยใช้วิธีคำนวณหาค่าตอบจากข้อมูลในตารางหรือกราฟ

เราสามารถทดสอบผลของการทำนายได้โดยการสังเกตซ้ำอีก เพราะการทำนายจะอยู่บนพื้นฐานความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตได้ ดังนั้นการทำนายจะเที่ยงตรงแม่นยำได้ ก็ต่อเมื่อสังเกตได้อย่างละเอียดรอบคอบ และระมัดระวัง

การทำนายที่มั่นใจในผลที่สุด คือ การทำนายที่ตัวแปรต่างๆ ถูกควบคุมให้คงที่ ให้เปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามเท่านั้น และถือว่า การทำนายภายในขอบเขตของข้อมูลมีพื้นฐานในการทำนายที่เชื่อถือได้มากกว่า การทำนายภายนอกขอบเขตของข้อมูล การทำนายภายนอกขอบเขตของข้อมูลนั้น ยิ่งห่างจากจุดสังเกตสุดท้ายมากเท่าไร ก็จะเชื่อถือได้น้อยลงเท่านั้น

9. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variable)

การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น หรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องการควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อตัวแปรตาม ซึ่งต้องการควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน มิเช่นนั้นอาจจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่ เพื่อมิให้ตัวแปรเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

10. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อยู่ไม่ทราบผลหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ซึ่งอาจถูกหรือผิดก็ได้จะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ถ้ามีข้อมูลที่ได้จากการทดลองยืนยันว่าเป็นความจริงแล้ว ก็พัฒนาเป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี แล้วแต่กรณี

สมมติฐานที่ดีควรมีขอบเขตกว้างขวาง ครอบคลุมประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหามากที่สุดเท่าที่จะทำได้ วิธีหนึ่งที่ใช้พิจารณาว่าข้อความใดเป็นสมมติฐานหรือไม่ โดยการนำข้อความนั้นมาเขียนในรูปของประโยค ถ้า แล้วจะ..... หรือเมื่อ.....แล้ว..... ถ้าเขียนได้ข้อความนั้นก็จะเป็นสมมติฐาน

11. ทักษะการตั้งนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การตั้งนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

นิยามเชิงปฏิบัติการ ควรให้ความหมายให้รัดกุม และเหมาะสมกับระดับการศึกษาประกอบด้วยสาระสำคัญ 2 ประการ

- 1) ระบุสิ่งที่สังเกตได้
- 2) ระบุการกระทำซึ่งอาจจะได้จากการวัด การทดสอบ หรือการทดลอง

สิ่งที่ควรคำนึงในการตั้งนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ

- 1) ควรใช้ภาษาที่ชัดเจน ไม่กำกวม
- 2) จะต้องอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำไว้ด้วย
- 3) อาจมีคำนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยาม และคำนิยามหนึ่งอาจจะเหมาะกว่าอีกนิยามหนึ่ง ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ สิ่งแวดล้อม และเนื้อหาในบทเรียนนั้น

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลอง เป็นกระบวนการที่รวมเอากระบวนการต่างๆ ได้แก่ การออกแบบทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่า เป็นจริงหรือไม่ ก่อนการทดลองนั้นจะต้องมีปัญหาก่อน จากปัญหานี้จะทำให้เราแยกประเภทตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องว่ามีอะไรบ้าง แล้วจึงเลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องนี้มาตั้งสมมติฐาน ต่อมาจึงถึงขั้นการออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมตัวแปร เลือกวัสดุที่เหมาะสมแล้วดำเนินการทดลองต่อไป

13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล (Interpreting Data and Conclusion)

การแปลความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการบรรยาย

ลักษณะหรือสมบัติของตัวแปรหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจนำเสนอในรูปกราฟ แผนภูมิ ตาราง รูปภาพและอื่นๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลนั้นจะนำไปสู่การทํานาย การลงความเห็นจากข้อมูล หรือการตั้งสมมติฐาน ส่วนการลงข้อสรุปเป็นการนำเอาผลของความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

2.3.3 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องประเมินความสามารถของนักเรียนในการแสดงพฤติกรรมออกมา เมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมัชช โคมล (2532 อ้างถึงใน วัฒนาสิงหาวัน, 2533) ได้กำหนดความสามารถของนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมออกมาเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการสังเกตแล้ว คือ

1.1) บรรยายลักษณะและสมบัติของสิ่งต่างๆ จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกันได้

1.2) บรรยายลักษณะและสมบัติของสิ่งต่างๆ ในเชิงปริมาณโดยการกะประมาณได้

1.3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

1.4) ชี้และระบุข้อมูลการสังเกตจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้

2) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการวัดแล้ว คือ

2.1) เลือกเครื่องมือสำหรับวัดได้เหมาะสม

2.2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้

2.3) บอกวิธีวัดและใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

2.4) ทำการวัดปริมาณต่างๆ ได้ถูกต้อง

2.5) ระบุนวณตัวเลขจากการวัดได้

3) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะในการคำนวณแล้ว คือ

- 3.1) นับจำนวนและใช้ตัวเลข แสดงจำนวนที่นับได้
- 3.2) เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนที่นับได้
- 3.3) คิดคำนวณค่าต่างๆ ได้

4) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการจำแนกประเภท

4.1) เรียงลำดับหรือแบ่งกลุ่มสิ่งของต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองหรือผู้อื่นได้

4.2) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้ในการเรียงลำดับหรือจำแนกได้

5) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติหรือมิติกับเวลาแล้ว คือ

5.1) บอกจำนวนมิติของรูปหรือสิ่งของต่างๆ ได้

5.2) บอกชื่อของรูป และรูปทรงเรขาคณิตต่างๆ ได้

5.3) วาดรูป และรูปทรงเรขาคณิตต่างๆ ได้

5.4) บอกจำนวนเส้นสมมาตร หรือระนาบสมมาตรของรูป 2 มิติหรือ รูปทรง 3 มิติได้

5.5) บอกรูป 3 มิติ ที่มองเห็นจากการหมุนรูป 2 มิติได้

5.6) บอกเงา (รูป 2 มิติ) ของวัตถุต่างๆ เมื่อเห็นวัตถุนั้นได้

5.7) บอกรูป 2 มิติที่เกิดจากการตัดรูปทรง 3 มิติได้

5.8) บอกความสัมพันธ์ระหว่างขนาด รูปร่างของวัตถุและเวลาได้

5.9) บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุ หรือสิ่งต่างๆ ได้

5.10) บอกระยะทาง ความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยเทียบกับสิ่งอ้างอิงต่างๆ ได้

5.11) เขียนแผนผังแสดงตำแหน่ง ระยะทาง ความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ ได้

5.12) บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ภาพที่ปรากฏในกระจกเงากับ
สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงาได้

6) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการสื่อความ
หมาย

6.1) พูดหรือเขียนบรรยายเพื่อสื่อความหมายของสิ่งต่างๆ ได้

6.2) เขียนแผนผังแสดงตำแหน่งสถานที่ หรือสิ่งต่างๆ ได้

6.3) จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับ จำแนกประเภท หา
ความถี่และคิดคำนวณได้

6.4) เลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลได้

6.5) บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่นำเสนอข้อมูลได้

6.6) ออกแบบการนำเสนอข้อมูลได้

7) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการลงความ
เห็นจากข้อมูล

7.1) อธิบายหรือสรุปความเห็นเพิ่มเติม เกี่ยวกับข้อมูลที่สังเกต
ได้อย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ของตนเอง

8) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการพยากรณ์

8.1) คาดคะเนผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลได้

8.2) คาดคะเนผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลได้

8.3) จัดลำดับความเชื่อมั่นในความถูกต้องของผลการพยากรณ์
ตนเองได้

8.4) บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดลำดับความเชื่อมั่นในการพยากรณ์
ได้

9) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการกำหนดและ
ควบคุมตัวแปร

9.1) ระบุตัวแปรอิสระและตัวแปรตามจากสมมติฐานได้

9.2) ระบุตัวแปรที่จะต้องควบคุมในการทดลองได้

10) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการตั้ง
สมมติฐาน

10.1) ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้

11) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการตั้งนิยาม
เชิงปฏิบัติการ

11.1) บอกความหมายของคำหรือข้อความให้มีความชัดเจน
จนสามารถสังเกต หรือวัดได้

12) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการทดลอง

12.1) ระบุอุปกรณ์และเครื่องมือที่จะใช้ในการทดลองได้

12.2) กำหนดขั้นตอนในการทดลองได้

12.3) ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ได้

12.4) บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

13) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการแปลความ
หมายข้อมูล และลงข้อสรุป

13.1) แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล
ได้

13.2) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

ในการศึกษารั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาในกลุ่มสร้างเสริม
ประสบการณ์ชีวิต หน่วยที่ 6 พลังงานและสารเคมี หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง
แสง แล้วพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจะได้ฝึกในหน่วย
การเรียนดังกล่าว มี 7 ทักษะดังนี้

1. การสังเกต

2. การจำแนกประเภท

3. การสื่อความหมายข้อมูล

4. การลงความเห็นจากข้อมูล

5. การตั้งสมมติฐาน

6. การทดลอง

7. การแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.4.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

Haney (อ้างถึงใน เกศรินทร์ ทองประดิษฐ์, 2530) ได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง กระบวนการที่ส่งเสริมให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างกระตือรือร้นเข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐาน ด้านความสามารถในการปรับตัว อันหมายถึงความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

Munby (อ้างถึงใน ประภาพันต์ กิจเจริญปัญญา, 2531) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์และนับว่าเป็นสิ่งที่แสดงออกให้เห็นถึงกระบวนการใช้สติปัญญา หรือความคิดของนักวิทยาศาสตร์ในขณะปฏิบัติงาน

Nunnally (อ้างถึงใน เดชา พลกันขิม, 2535) ได้สรุปความหมายอันประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1) เป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือเกิดจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคลไม่ใช่สิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด

2) สภาพการณ์ทางจิตใจ ที่มีอิทธิพลต่อความคิด และการกระทำของบุคคล เพราะเป็นส่วนประกอบที่กำหนดแนวทางไว้ว่า ตัวบุคคลประสบสิ่งใดแล้ว บุคคลจะมีท่าทีต่อสิ่งนั้นในลักษณะจำกัด

3) เป็นสภาพการณ์ทางจิตใจ ที่มีแนวโน้มค่อนข้างจะถาวรพอสมควรทั้งนี้เนื่องจากแต่ละบุคคลต่างก็ได้สะสมประสบการณ์การรับรู้และผ่านการเรียนรู้มาเป็นอันมาก อย่างไรก็ตามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงได้ อันเนื่องมาจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้

ละออ แสนศักดิ์ (2531) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมหรือแนวความคิดที่แสดงออกถึงความเป็นผู้มีความรู้ ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ซึ่งเกิดขึ้นในตัวบุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นคนมีเหตุผล มีความอยากรู้ อยากรู้เห็น มีใจกว้าง มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบ มีความซื่อสัตย์และมีน้ำใจเป็นกลาง ย่อมจะเป็นประโยชน์อย่างมาก เพราะมี

ผลต่อการค้นคว้าความรู้ หรือสร้างสรรค์ผลงานทางวิทยาศาสตร์

เสวิมชัย สังกะเพศ (2532) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมหรือคุณลักษณะ ที่แสดงออกในทางส่งเสริมให้เกิดความกระตือรือร้น เพื่อเสาะแสวงหาความรู้ โดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการปฏิบัติงาน หรือใช้ในชีวิตรประจำวัน

วิมล สาราญวานิช (2532) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง อุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์อันได้แก่ ความละเอียดรอบคอบ ความเพียรพยายาม ความซื่อสัตย์ ความมั่นคงความมีเหตุผล ความกระตือรือร้น มีใจกว้างและเต็มใจรับรู้อย่างมีความคิดใหม่ๆ เพื่อนำไปสู่ประสิทธิภาพในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

ปราโมทย์ ขวัญชัยรัตนภูมิ (2537) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่มีอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์อันได้แก่การเป็นคนที่มีเหตุผล มีความซื่อสัตย์ซื่อตรง เห็น มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบ มีความซื่อสัตย์มั่นคง มีความกระตือรือร้น มีใจกว้างและเต็มใจรับฟังความคิดใหม่ ๆ ซึ่งเราสามารถนำเอาอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในชีวิตรประจำวัน

จากความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่เป็นอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์อันได้แก่ การเป็นคนที่มีเหตุผล มีความซื่อสัตย์ซื่อตรง เห็น มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบ มีความซื่อสัตย์มั่นคง มีความกระตือรือร้น มีใจกว้างและรับฟังความคิดใหม่ๆ เพื่อนำไปสู่การทำงานที่มีประสิทธิภาพ และนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตรประจำวัน

2.4.2 ความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์กล่าวถึงความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Gauld (อ้างถึงใน ปรีวีติ สมัยครุประโคน , 2531) เจตคติทาง

วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีพเป็นนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ ควรได้มีความรู้เกี่ยวกับพลังแรงขับที่ทำให้ นักวิทยาศาสตร์ มีกำลังในการทำงาน เจตคติทางวิทยาศาสตร์จึง ควรพิจารณาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนด้วยเหตุผล 2 ประการ ดังนี้

1) ในการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ความเข้าใจในงานทางวิทยาศาสตร์และลอกเลียนแบบการทำงานเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตจริงด้วย

2) นอกจากการลอกเลียนแบบเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาเป็นของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และงานที่นักวิทยาศาสตร์ทำไว้แล้ว เจตคติทางวิทยาศาสตร์ก็ยังเป็นลักษณะของบุคคลที่ทุกคนจะต้องมีและนำไปใช้ในการดำรงชีวิตด้วย

นิตา สะเพียรชัย (2520) ได้กล่าวเน้น ถึงความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่า ครูที่สอนวิทยาศาสตร์ ควรได้ตระหนักถึงความสำคัญของการปลูกฝังของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน เพราะเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด และเนื่องจากชีวิตของคนในปัจจุบันนี้ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การสอนวิทยาศาสตร์เป็นการเตรียมบุคคลที่จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยเข้าใจถึงหลักวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีขั้นพื้นฐานที่เขาจะต้องใช้ในชีวิตประจำวัน จำเป็นที่ครูควรพยายามให้นักเรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อมๆกันกับความสามารถใช้ทักษะเพื่อให้เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การที่บุคคลใดมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้เขาเข้าใจ และสามารถปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ ถ้าเราขอมองจับจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาพลเมืองที่สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ปรับตนให้อยู่ในสังคมที่เจริญไปด้วยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีได้ เราน่าจะตระหนักถึงความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่จะช่วยให้บุคคลนั้นเป็นพลเมืองดีที่มีคุณภาพ

สุภาสินี สุกธีระ (2535) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะช่วยพัฒนาเจตคติ อันพึงปรารถนาให้เกิดขึ้นในตัวเด็ก เช่น ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเหตุผล ใจกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ซื่อสัตย์ต่อตนเอง ต่อเพื่อนร่วมงานและต่อสังคม ไม่ย่อท้อต่อการแก้ปัญหา ดังนั้น เจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ควรสร้างขึ้นในตัวเด็ก

ชัชชัย หินเมืองเก่า (2537) กล่าวว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญดังนี้คือ

1. ช่วยให้ผู้คลแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด
2. ช่วยให้เข้าใจและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้
3. ช่วยพัฒนาให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์ไม่ย่อท้อต่อการแก้ปัญหา

จากที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้นเกี่ยวกับความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า เจตคติเป็นพฤติกรรมทางจิตใจที่ช่วยให้มีการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ทำให้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ และช่วยให้มีการพัฒนาตามลักษณะที่ดีของนักวิทยาศาสตร์

2.4.3 ลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

Haney (อ้างถึงใน ประภาพันธ์ กิจเจริญปัญญา , 2531) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. เจตคติที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1) ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ความพึงพอใจของบุคคลที่เผชิญกับสถานการณ์ใหม่ บุคคลที่มีลักษณะอยากรู้อยากเห็น จะเป็นคนชอบซักถาม ชอบอ่าน ชอบคิดริเริ่มสิ่งใหม่ ความอยากรู้อยากเห็น เป็นสิ่งเร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้

2) ความมีเหตุผลในขณะที่ความอยากรู้อยากเห็นในการสืบเสาะหาความรู้ ความมีเหตุผลจะเป็นตัวกำหนดแนวทางของพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ ความมีเหตุผลจะไม่เชื่อใครง่ายๆ จะพยายามอธิบายสิ่งต่างๆ

ในแง่ของเหตุผล

3) การไม่รับลงข้อสรุปทันทีที่ไม่รับผิดชอบจิตใจหรือลงข้อสรุปในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยปราศจากข้อสนับสนุนเพียงพอ

2. เจตคติเกี่ยวกับการยอมรับสิ่งใหม่ๆ คือ

1) ความใจกว้าง หมายถึง ความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดของตนและไม่มีความคิดว่า ความจริงในวันนี้จะเป็นความจริงที่แน่นอน แต่เชื่อว่าความจริงวันนี้อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต

2) การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ความพยายามที่จะหาข้อสนับสนุนหลักฐาน หรือข้ออ้างอิงต่างๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใดๆ และรู้จักที่จะโต้แย้ง และหาหลักฐานมาสนับสนุนความคิดของตนเอง

3) ความเป็นปรัญัย หมายถึง ความเที่ยงตรงในการรวบรวมการวิเคราะห์ การแปลความหมายของข้อมูลโดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปเกี่ยวข้อง

4) ความซื่อสัตย์ หมายถึง การรายงานสิ่งที่สังเกตเห็นตามความเป็นจริง หรือไม่ลำเอียงในการเสนอผลงาน การค้นคว้าตามความเป็นจริงโดยไม่ยอมอยู่ภายใต้อิทธิพลของสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง

3. เจตคติเกี่ยวกับโลกทัศน์ของบุคคล ได้แก่ การยอมรับในข้อจำกัด ซึ่งหมายถึงการยอมรับในข้อจำกัดของการแสวงหาความรู้ ความจริงที่ค้นพบในวันนี้ อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ในวันหน้า

สมหวัง พิริยานุวัฒน์ และจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2524) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ประการ คือ

- 1) มีเหตุผล ชอบแสวงหาสาเหตุของสิ่งต่าง ๆ
- 2) ชอบสงสัย ชอบตรวจสอบและประเมินกรรมวิธี กลวิธีและประสบการณ์ต่างๆ
- 3) ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่น
- 4) ช่างสังเกต
- 5) มีความคิดเห็นและลงข้อสรุปบนรากฐานของข้อมูลที่เชื่อถือได้และเพียงพอ

6) มีความอยากหรืออยากเห็น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2527) ได้จำแนกองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ประการดังนี้

1. เปลี่ยนความคิดเห็นได้เมื่อมีข้อมูลที่มีเหตุผลถูกต้องกว่า
2. มีความบากบั่นในการทำงาน
3. ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น
4. ยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น
5. มีความซื่อสัตย์ในการทำงาน
6. ยอมรับข้อผิดพลาด
7. มีความรับผิดชอบในการกระทำของตน

ละออ แสนศักดิ์ (2531) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 8 ประการ คือ

1. การมีใจกว้างยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นโดยมิได้ยึดมั่นความคิดเห็นของตนเพียงฝ่ายเดียว
2. การค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ
3. ให้ความร่วมมือกับผู้อื่นได้ดี
4. การตัดสินใจโดยมีหลักฐานอ้างอิง
5. การยอมรับการเปลี่ยนแปลง และความก้าวหน้าใหม่ๆ ที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิต

6. การคิด พุด และทำอย่างมีหลักเกณฑ์และเหตุผล
7. ความซื่อสัตย์และอดทนต่อการทำงาน
8. ความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม

ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ ประภาพันต์ กิจเจริญปัญญา (2531) ซึ่งพัฒนามาจากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ เกศรินทร์ ทองประดิษฐ์ (2530) ที่นำลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 8 ลักษณะของ Haney มาเป็นแนวสร้าง มาใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งวัด 8 ลักษณะดังนี้ คือ

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความมีเหตุผล
3. การไม่รับลงข้อสรุปทันที
4. ความมีใจกว้าง
5. การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์
6. ความเป็นปรนัย
7. ความซื่อสัตย์
8. การยอมรับในข้อจำกัด

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.5.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นให้เด็กฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นพบคำตอบ (เนื้อหา) ด้วยตนเองโดยมีผู้สอนช่วยชี้แนวทางและอำนวยความสะดวก จะเอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างยิ่ง ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากสำหรับทุกประเทศ ประเทศชาติของเรา ต้องการบุคคลที่มีลักษณะเช่นนี้ อย่างยิ่งในการจะช่วยพัฒนาชาติ บ้านเมืองของเรา และความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่พัฒนาได้ตั้งแต่วัยเด็ก ความคิดประเภทนี้หากไม่ได้รับการส่งเสริมให้ทันการแล้วอาจจะลดน้อยถอยลงไปตามลำดับ (สุภาสินี สุภธีระ, 2535) ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Mc Candless and Evan (อ้างถึงใน สุมาลี กาญจนชาติวี , 2525) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการหรือผลผลิต โดยนำความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหรือเหตุการณ์มาประกอบกันแล้วตั้งและทดสอบสมมติฐาน แล้วใช้ทักษะกระบวนการสื่อความหมาย ผลผลิตที่แปลกใหม่ มีคุณภาพเสนอผู้อื่นทราบและยอมรับได้

Torance (อ้างถึงใน สุเทพ อู่สาเห , 2526) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ โดยพยายามคิดหรือสร้างสมมติฐาน ต่อจากนั้นจึงทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน แล้วสามารถสื่อความหมายผลที่ได้รับกับผู้อื่นได้

Piltz and Sun (อ้างถึงใน ประจิต นามโคตร , 2530) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นแนวทางของการคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ การแก้ปัญหาโดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเน้นถึงความคิดริเริ่มแล้ว ยังเน้นถึงความคิดริเริ่มในการพัฒนา เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่ๆ และมีคุณค่าอีกด้วย

สมาลี กาญจนชาติ (2525) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา โดยนำทักษะกระบวนการมาใช้

ประจิต นามโคตร (2530) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการทดลอง มาใช้แก้ปัญหาในลักษณะหลายแนวทางต่อการเรียนรู้การแก้ปัญหา การค้นหาความรู้ใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์ การทดลองที่แปลกใหม่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วเผยแพร่ให้คนอื่นรู้ตลอดจนการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้ผลผลิตใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่าและประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมมาใช้ประโยชน์ได้เหมาะสม

ชูเกียรติ บุญเกนันท (2534) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการนำแนวคิดการกระทำหรือผลจากการเรียนรู้ ตลอดจนทั้งหลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการทดลอง มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะมีลักษณะเป็นความคิดหลายแนวทางเป็นความคิดแปลกๆใหม่ๆ ไม่ซ้ำแบบใคร หรือได้

ผลิตใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่าและมีประสิทธิภาพกว่าเดิม ความสามารถในการคิดดังกล่าวประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

ทวิชชัย หินเมืองเก่า (2537) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความสามารถในด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม โดยการนำเอาความคิดดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหาหลายๆ แนวทางอย่างเป็นกระบวนการเพื่อให้ได้ผลผลิตใหม่ที่มีคุณค่า มีประสิทธิภาพเป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความสามารถในด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม โดยการนำเอาความรู้ และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

2.5.2 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกถึงความเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้นักการศึกษาหลายคนได้สรุปไว้ดังนี้

Anderson และคณะ (อ้างถึงใน ประจิต นามโคตร, 2530) ได้กล่าวถึงบุคลิกลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. พอใจที่จะทำงานยากๆ ชอบทำงานหลายชนิด
2. มีความพยายามที่จะติดตามปัญหา
3. มีพลังจำนวนมากที่จะใช้ในเชิงวิชาการ
4. สนุกที่จะได้คิด ชอบรับในสิ่งที่ท้าทายความสามารถ
5. มีความพอใจที่จะทำงานฝีมือพอๆ กับการใช้ความคิด
6. ต้องการที่จะขยายความคิด
7. ชอบตั้งคำถามว่า อย่างไร ทำไม
8. ไม่ชอบการแนะนำที่มากเกินไป

9. ไม่ด่วนสรุปเหตุการณ์ต่างๆ แต่ต้องการที่จะสำรวจสิ่งนั้น
ให้แน่ชัดเสียก่อน

10. ต้องการที่จะตอบปัญหาในรูปแบบต่างๆ

11. ไม่กังวลใจกับความไม่ถูกต้องหรือการผิดพลาดแต่ต้องการ
ทราบถึงสาเหตุการผิดพลาด

Anastasi (อ้างถึงใน อารี รังสินนท์, 2532) กล่าวว่า ผู้มี
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นผู้ที่มีความไวต่อปัญหา มอง
เห็นการณ์ไกล มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความสามารถในการคิดหลายทิศ
หลายทางและมีความยืดหยุ่น

Guilford (อ้างถึงใน ชูเกียรติ บุญกะนันท์, 2534) กล่าวว่า
ลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มักจะเป็นคนกล้าคิด
กล้าแสดงออก กล้าทดลอง กล้าเสี่ยงและเล่นกับความคิดของตน เขาจึงเป็น
บุคคลที่มีเอกลักษณ์ของตนเองและมีความเชื่อมั่นในตนเอง ไม่พลาดกลัวต่อ
สิ่งที่ลึกลับ ประหลาดหรือคลุมเครือ แต่กลับขี้สงสัยและท้าทายให้อาสาทดลองและ
รู้สึกพอใจและตื่นเต้นที่จะเผชิญหน้ากับสิ่งเหล่านั้น จัดว่าเป็นบุคคลที่มีสุขภาพ
จิตดีทีเดียว

Mackinnon (อ้างถึงใน ชูเกียรติ บุญกะนันท์, 2534) กล่าวว่า
ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะเป็นผู้ที่ตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา มี
ความสามารถในการใช้สมาธิพิจารณาวิเคราะห์ มีความคิดถี่ถ้วนเพื่อใช้ในการ
แก้ปัญหา และความสามารถในการสอบสวนค้นหา รายละเอียดเกี่ยวกับเรื่อง
ใดเรื่องหนึ่งอย่างละเอียดกว้างขวาง คุณลักษณะอีกประการหนึ่งก็คือเป็นผู้
เปิดรับประสบการณ์ต่างๆ อย่างไม่หลีกเลี่ยง ชอบแสดงออกมากกว่าเก็บกดไว้

Cropley (อ้างถึงใน ชูเกียรติ บุญกะนันท์, 2534) กล่าวว่า ผู้มี
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะประกอบไปด้วยคุณลักษณะ 4
ประการ คือ มีประสบการณ์ที่กว้างขวาง มีความพร้อมที่จะเสี่ยง มีความ
พร้อมที่จะก้าวไปข้างหน้าและมีความสามารถที่จะยืดหยุ่นความคิดอย่าง
คล่องแคล่ว

จากคุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์มักมีคุณลักษณะ ใฝ่ต่อปัญหา มีประสบการณ์กว้างขวาง ยืดหยุ่นความคิด เป็นคนกล้า ตื่นตัว อยู่ตลอดเวลา

2.5.3 การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์

ในการที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดมีขึ้นในตัวผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายๆด้าน โดยมีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดในการจัดกิจกรรมไว้ในหลายๆลักษณะดังนี้

Waston (อ้างถึงใน สุมาลี กาญจนชาติรี, 2525) ให้ความเห็นว่าการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ต้องคำนึงถึงเนื้อหาของหลักสูตรและวิธีการสอน วิธีการสอนควรเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ หรือการทดลองที่เปิดกว้างให้นักเรียนได้คิดในการสร้างสถานการณ์การเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ครูต้องมีความคิดที่ยืดหยุ่นเสมอ และ Waston (อ้างถึงใน สุเทพ อู่สาหะ, 2526) ได้รวบรวมกลวิธีสอนสำหรับครูเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กไว้ดังต่อไปนี้

1. ครูควรให้อิสระแก่นักเรียนในการถามและอภิปรายปัญหาต่างๆ
2. ครูควรฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีน้ำใจกว้าง
3. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนมีความคิดแบบวิจารณ์ญาณและความคิดแบบวิเคราะห์
4. ครูควรให้อิสระแก่นักเรียนในการจัดกิจกรรม หรือเลือกเนื้อหาพอสมควร
5. ครูควรให้อิสระจากทางบ้าน ชุมชน และฝ่ายบริหารของโรงเรียนพอสมควร
6. ครูควรให้อิสระในการศึกษาหัวข้อที่นักเรียนชอบ

7. ครูควรจัดประสบการณ์ต่างๆ เกี่ยวกับการปฏิบัติการให้มากพอที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา

8. ครูควรตั้งใจที่จะรับคำแนะนำของนักเรียน

9. กระตุ้นให้นักเรียนกล้าที่จะลองผิดลองถูก

10. น่าจะได้มีการแลกเปลี่ยนครูวิทยาศาสตร์ระหว่างโรงเรียนต่างๆ หรือมีการศึกษาดูงานซึ่งกันและกันบ้าง

11. ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้แหล่งความรู้ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นบุคคลากรหรือเอกสารต่างๆ ให้เป็นประโยชน์มากที่สุด

12. ครูควรมีความสามารถในการสอนทั้งแบบอนุमानและอุปมาน

13. ครูควรมีความสามารถที่จะยอมรับ และเข้าใจความคิดของนักเรียน แม้ว่าจะตรงกันข้ามกับความคิดของครูก็ตาม

14. ครูควรใจกว้างและเปลี่ยนความคิด เมื่อนักเรียนมีหลักฐานที่ดีกว่ามายืนยัน

15. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนบางกลุ่มที่ไม่ค่อยแสดงออก

16. ครูควรชี้ หรือนำความคิดของนักเรียนไปประยุกต์ใช้ในการสร้างมโนทัศน์ หรือส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า

17. ครูไม่ควรแสดงกิริยาอาการข่มขู่นักเรียน

18. ครูควรยอมรับในความสำเร็จของนักเรียนแต่ละคนและของชั้น

19. ครูควรมีความเข้าใจวัตถุประสงค์ของบทเรียนอย่างชัดเจน

20. ครูควรสอนอย่างกระตือรือร้น

21. ครูควรจัดการเวลาให้พอดีกับเนื้อหาที่จะสอนในแต่ละวัน

22. ครูควรมีความไวในอันที่จะรับรู้ความสามารถและความสนใจของนักเรียน

23. ครูควรประเมินวัตถุประสงค์ต่างๆ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

De Cecco (อ้างถึงใน สมจิต สวชนไพบุลย์, 2527) กล่าวว่า ครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์และส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการ

คิดและความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาได้ โดยได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. การจำแนกชนิดของปัญหาที่ให้นักเรียนแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ซึ่งครูได้เตรียมปัญหาไว้ให้ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน ถ้านักเรียนรู้ถึงสถานการณ์ของปัญหานั้นพอไร นักเรียนก็จะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น
2. ให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยวิธีระดมพลังสมอง (Brain Stroming) การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน
3. การให้รางวัล เมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

ประทุม อัดชู (2535) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่เอื้ออย่างหนึ่งที่ครูจะสามารถจัดกิจกรรมเพื่อช่วยส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน นอกจากการจัดบรรยากาศให้มีสภาพการณ์ที่เอื้อแล้ว กิจกรรมที่ควรจัดให้กับนักเรียนมีดังต่อไปนี้

1) การฝึกโดยใช้คำถาม ลักษณะของคำถามควรจะเป็นคำถามปลายเปิดที่ช่วยให้นักเรียนใช้ความคิดหรือจินตนาการให้คิดได้มาก และไม่ซ้ำใคร เช่น การสร้างสถานการณ์ การแก้ปัญหา การคิดประดิษฐ์ การค้นคว้าทดลอง เป็นต้น

2) การจัดประกวดสิ่งประดิษฐ์ สิ่งประดิษฐ์ที่ประกวดนั้นควรเป็นการประดิษฐ์ที่ง่าย ๆ ซึ่งอาจทำจากวัสดุเหลือใช้ ส่วนการประกวดนั้นอาจแยกเป็นประเภทสวยงาม ประเภทแปลกใหม่ หรือประเภทประสิทธิภาพการใช้งาน เป็นต้น

3) การใช้ภาพปริศนา ครูอาจใช้ภาพกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบ เช่น การตั้งชื่อภาพ หรืออาจถามว่า ภาพที่เห็นนั้นทำให้นักเรียนนึกถึงอะไรได้บ้าง จากภาพอะไรจะเกิดขึ้น เป็นต้น

4) การระดมพลังสมอง ครูอาจใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาแล้วให้นักเรียนระดมพลังสมองเพื่อแก้ปัญหาวิธีการนี้ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดร่วมกัน กิจกรรมนี้ใช้แพร่หลาย คือ กิจกรรมคิดตัดสินใจ

5) การใช้ปริศนาคำทาย กิจกรรมนี้ใช้เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกตอบโดยใช้ความคิด ไหวพริบเพื่อพิจารณาคำถามเพื่อหาคำตอบ เช่น อะไรเอ้ย แก้วาลงโคลน กระโจนลงน้ำ(กล้วยแขก) เป็นต้น

6) การแตงนิยายวิทยาศาสตร์จากภาพที่กำหนด เช่น ภาพภูเขา ดวงจันทร์ จานบิน มนุษย์หรือสัตว์แปลก ๆ แล้วให้นักเรียนจินตนาการแตงเป็นนิยายหรือนิทาน

7) การออกแบบต่อภาพ ตามความคิดอย่างอิสระ เช่น ชุดภาพรูปเหลี่ยมต่างๆ นักเรียนจะต่อเป็นภาพอะไรก็ได้พร้อมตั้งชื่อภาพที่ต่อได้

8) การศึกษานอกสถานที่ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงจากของจริงเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่แปลกใหม่ นักเรียนจะสนุกสนานและตื่นเต้นจากสิ่งที่ไม่เคยเห็นในห้องเรียน ทำให้มีอิสระในการคิด

สำหรับในการทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กิจกรรมเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. การฝึกใช้คำถามแบบปลายเปิด
2. การใช้ภาพปริศนา
3. การระดมพลังสมอง

2.5.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของไทย สร้างขึ้นโดยดัดแปลงมาจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (Torrance Test of Creative Thinking) ฉบับอาศัยภาษาเป็นสื่อ ลักษณะของแบบวัดจะเร้าให้ผู้สอบแสดงความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาในรูปของภาษา ซึ่งล้วนแต่ยึดตามแนวกิจกรรมของ Torrance และให้คำนิยามความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวของ Guilford

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นโดย ประจิด นามโคตร (2530) มาเป็นเครื่องมือในการวิจัย ซึ่งแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาชุดนี้ สร้างขึ้นตามแนวคิดของ Torrance เป็นฉบับภาษาเขียน เหตุผลในการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ภาษาเขียนคือ

1. นักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายสามารถสื่อความหมายด้วยภาษาเขียนได้

2. เป็นการประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และสะดวกในการใช้แบบวัด ทั้งกับนักเรียนที่มีจำนวนมาก และจำนวนน้อย

ลักษณะสำคัญของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มุ่งให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตอบคำถามให้ได้มากที่สุดและมีความแปลกใหม่ในเวลาอันจำกัด ภายในห้องสอบจะสร้างบรรยากาศให้เป็นกันเอง เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความหวาดกลัวไม่กล้าตอบคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากร่วมกิจกรรมตอบคำถามอย่างจริงจัง สำหรับเวลาตอบคำถามแต่ละข้อนั้นกำหนดให้ตอบในเวลาอันจำกัด ทั้ง Guilford และ Torrance มีความเห็นตรงกันว่า "นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์เท่านั้นที่จะได้คะแนนองค์ประกอบต่างๆ เช่น ความคล่องในการคิด และความคิดริเริ่มมากที่สุด" (อ้างถึงในประจิต นามโคตร, 2530)

2.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

2.6.1 ความหมายของการจำ (Remembering) - มีนักวิชาการได้ให้ความหมายของการจำไว้หลายท่านดังนี้

ประสาร ทิพย์ขารา (2520) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ หมายถึง การที่สมองของบุคคลทำการเก็บสะสมประสบการณ์ต่างๆ ไว้ได้และสามารถระลึกได้และถ่ายทอดออกมาได้ถูกต้อง

ชม ภูมิภาค (2523) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ คือ การคงไว้ซึ่งสิ่งที่เราได้เรียนรู้

ฉวี วิชาเนติชัย (2526) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ คือ การที่มนุษย์สามารถรายงานสิ่งต่างๆ ที่ผ่านมาแล้ว

มหาวิทาลัยเชียงใหม่ (2527) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ คือ การที่คนเราสามารถบอกถึงเหตุการณ์และเรื่องราวต่างๆ ในอดีตได้

โสภา ชูพิกุลชัย (2528) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ หมายถึง การที่แสดงให้เห็นถึงสัญลักษณ์ในการตอบสนองในขณะนั้นเกี่ยวกับการที่เพิ่งได้การเรียนรู้ไปของปฏิกิริยาตอบสนอง นอกจากนี้การจำเป็นการที่มนุษย์สามารถรายงานเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่เพิ่งผ่านมาได้

ไสว เลี่ยมแก้ว (2528) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ หมายถึง ผลที่คงที่ที่อยู่ในสมองหลังจากสิ่งเร้าได้หายไปจากสนามสัมผัสแล้ว ผลที่คงอยู่นี้จะอยู่ในรูปของรหัสใดๆ ที่เป็นผลจากการโยงสัมพันธ์

ความจำ หมายถึง การที่สมองของบุคคลทำการเก็บสะสมประสบการณ์ต่างๆ คงไว้ได้ และสามารถระลึก รายงาน ถึงเหตุการณ์และเรื่องราวต่างๆ ในอดีตได้ โดยเป็นการที่แสดงให้เห็นถึงสัญลักษณ์ในการตอบสนองที่เป็นผลจากการโยงสัมพันธ์

2.6.2 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ (Retention)

ความคงทนในการเรียนรู้ คือ การคงไว้ซึ่งผลการเรียนรู้หรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว หรือเคยมีประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากที่ทิ้งระยะไว้ระยะหนึ่ง (Adam อ้างถึงใน สมหมาย โสชากุล, 2536)

ชัยพร วิษณุวาท (2520) กล่าวว่า การศึกษาสิ่งที่จำได้คืออยู่แล้วซ้ำอีกจะช่วยให้ความจำถาวรมากยิ่งขึ้น ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้น จะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำได้ดี ใช้เวลาประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านพ้นไปแล้ว

สุดสวาสดี สุชาติพงศ์ (2533) ได้กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ คือ ความคงไว้ซึ่งผลของการเรียนรู้ หรือความสามารถที่จะระลึก

ถึงสิ่งเร้าที่เคยเรียนมา หลังจากที่ได้ทิ้งช่วงระยะเวลาหนึ่ง

อาสา คัมภีรา (2537) กล่าวว่า ความคงทนในการจำ คือ ความรู้ที่นักเรียนคงสภาพไว้ได้เมื่อเวลาผ่านไป โดยหาจากการเปรียบ เทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้จากการวัดเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง หรือ การวัดเมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ หลังจากการทดลอง

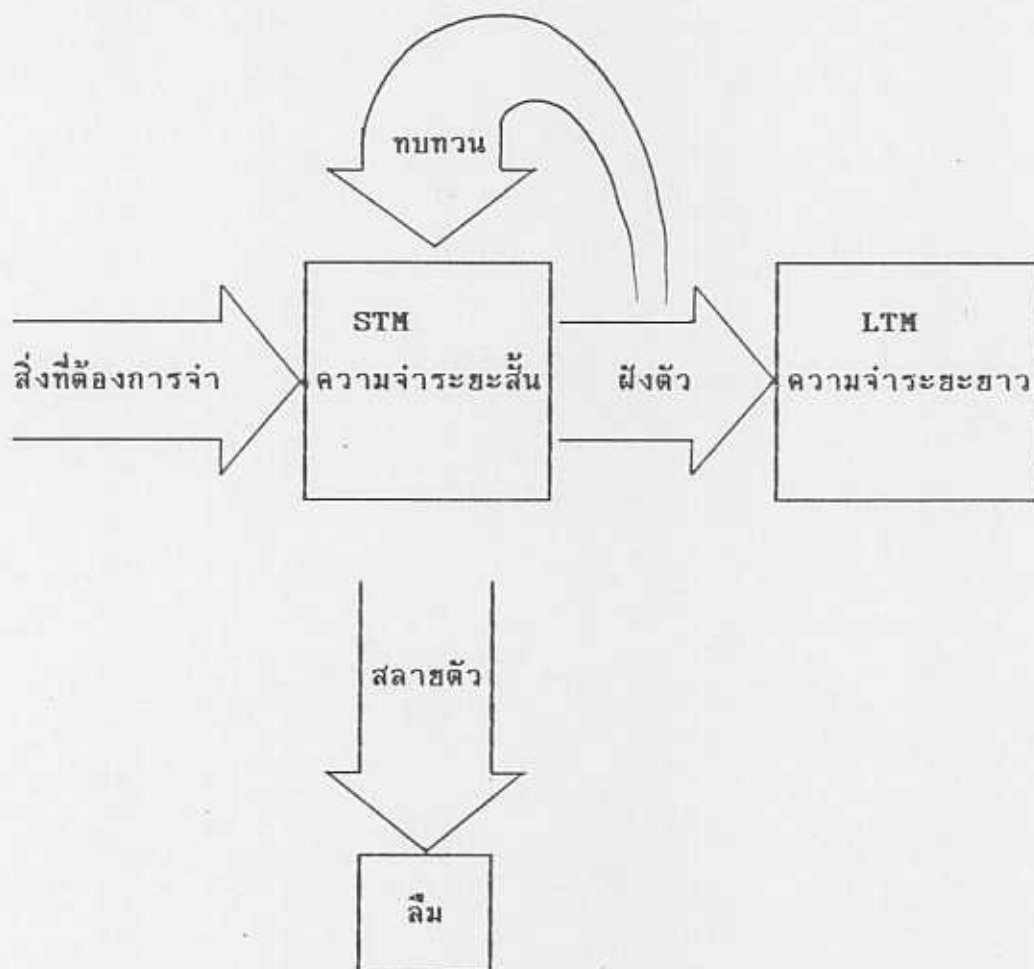
ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลการเรียนรู้หรือ ความสามารถที่ระลึกถึงสิ่งเร้าได้ หลังจากที่ได้ทิ้งไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดย ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้น จะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวได้ดี ใช้เวลาประมาณ 14 วัน หลังจากการเรียนรู้ผ่านพ้นไปแล้ว

2.6.3 ทฤษฎีความจำ

Atkinson and Shiffrin (อ้างถึงใน ชัยพร วิชชาวุธ, 2520) ได้สร้างทฤษฎีความจำเพื่ออธิบายกระบวนการต่างๆใน Short Term Memory (STM) และ Long Term Memory (LTM) เรียกว่าทฤษฎีความจำ สองกระบวนการ (Two-Process Theory of Memory) สรุปได้ดังนี้

1. ความจำระยะสั้น (STM) เป็นความจำชั่วคราว
2. สิ่งที่ได้ในในความจำระยะสั้น (STM) ต้องได้รับการทบทวนตลอดเวลา มิฉะนั้นความจำจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว
3. จำนวนสิ่งของที่รับการทบทวนครั้งหนึ่งๆ ในความจำระยะสั้น มีจำนวนจำกัดจะทบทวนได้เพียง 5 - 9 สิ่ง ในขณะเดียวกัน
4. สิ่งใดก็ตาม ถ้าอยู่ในความจำระยะสั้น (STM) ยืงนานเท่าใด ก็จะมีโอกาสฝังตัวอยู่ในความจำระยะยาว (LTM)
5. การฝังตัวในความจำระยะยาว (LTM) เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีอยู่ในความจำระยะยาว (LTM) กับสิ่งที่ต้องการจำ

กระบวนการต่างๆ เหล่านี้แสดงเป็นแผนภูมิได้ดังนี้ (ชัยพร
วิชาวุธ, 2520)



แผนภูมิที่ 4 แสดงทฤษฎีความจำสองกระบวนการของ Atkinson และ
Shiffrin (อ้างอิงใน ชัยพร วิชาวุธ, 2520)

2.6.4 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคงทนใน การเรียนรู้

การที่จะจดจำสิ่งที่เรียนได้มากน้อยเพียงใดนั้น นอกจากจะอาศัย
สถานการณ์ช่วยในการเรียนรู้แล้ว การจัดการเรียนการสอนจะต้องดำเนินไป
ตามลำดับขั้นเป็นกระบวนการด้วย Gagné (อ้างอิงใน จันทร์นรม

สุวรรณไตรย์, 2532) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้และจดจำไว้ 4 ขั้นตอน คือ

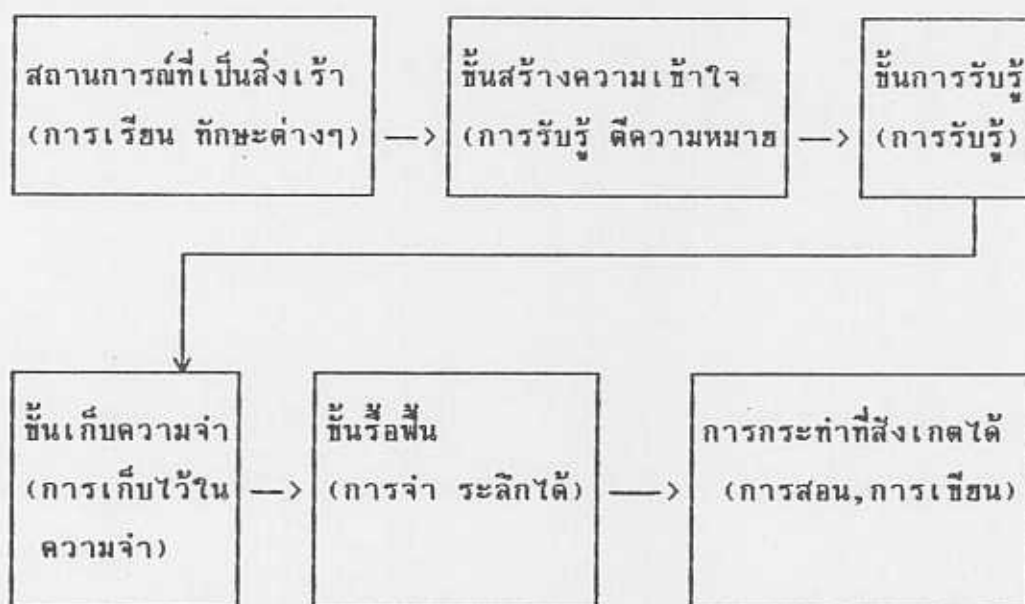
1. ขั้นสร้างความเข้าใจ (Apprehending Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า

2. ขั้นเรียนรู้ (Acquisition Phase) ขั้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดความสามารถอย่างใหม่ขึ้น

3. ขั้นเก็บไว้ในความจำ (Retention Phase) คือ การนำเอาสิ่งที่เรียนแล้วและเก็บเอาไว้ในส่วนของความจำเป็นช่วงเวลา

4. ขั้นการรื้อฟื้น (Recall Phase) คือ การนำเอาสิ่งที่เรียนแล้วและเก็บเอาไว้ใน ออกมาใช้ในลักษณะของการกระทำที่สังเกตได้

ขั้นตอนต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วจะเกิดอย่างใกล้เคียงกันมาก การเกิดขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 อาจจะพิจารณารวมกันเป็นสถานการณ์ของการเรียนรู้ ส่วนในขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 เป็นสภาพของการจำ ดังแผนภูมิแสดงลำดับกระบวนการในการเรียนรู้ได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 5 แสดงลำดับของกระบวนการในการเรียนรู้

(Gagné อ้างถึงใน จันทรธรรม สุวรรณไตรย์, 2532)

ชัยพร วิชชาวุธ (2520) ได้เสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ว่า ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาหนึ่งๆ เมื่อเวลาล่วงเลยไป ความจำก็ค่อยๆ หายไปจนบางครั้งพบข้อความนั้นอีกก็อาจจำไม่ได้เลย และนั่นถ้าอ่านทบทวนซ้ำบ่อยๆ ความจำอาจจะยังคงมีอยู่และช่วยประหยัดเวลาในการจำ ซึ่งความจำระยะยาว เป็นความจำที่มีคุณค่าเป็นอย่างยิ่งต่อความเข้าใจในสิ่งที่ตนรู้สึก เป็นการตีความซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม ความสนใจ และความเชื่อมั่นของแต่ละคน สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการจำอาจสรุปได้เป็น 2 ประการ

ประการแรก ได้แก่ ลักษณะของความต่อเนื่อง หรือความสัมพันธ์ของประสบการณ์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้

ประการที่สอง ได้แก่ การทบทวนสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วอยู่เสมอ การศึกษาทบทวนสิ่งที่จำได้อยู่แล้วซ้ำอีก จะช่วยให้ความจำถาวรยิ่งขึ้นและถ้าได้ทบทวนอยู่เสมอแล้ว ช่วงระยะเวลาความจำระยะสั้นจะฝังตัวเป็นความจำระยะยาว ทั้งความจำระยะสั้นและระยะยาวเกิดหลังการรับรู้หรือการเรียนรู้ เราใช้ความจำระยะสั้นสำหรับความจำเพียงชั่วคราว ส่วนความจำระยะยาวเป็นความจำที่คงทนกว่าความจำระยะสั้น เราจะไม่รู้สึกในสิ่งที่จำอยู่ในความจำระยะยาวแต่เมื่อต้องการใช้หรือมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดมาสะกิดใจ ก็จะสามารถรื้อฟื้นขึ้นมาได้

เอนกกุล กรวีแสง (2526) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่จะช่วยให้เกิดความจำแก่ผู้เรียน ดังนี้

1. จัดบทเรียนให้มีความหมาย เป็นการจัดบทเรียนให้เป็นระเบียบเป็นหมวดหมู่ เกิดความหมายต่อผู้เรียน เช่น

- การสร้างสื่อสัมพันธ์ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่มีความหมายนั้นช่วยในการจำบทเรียนที่ขาดหายไป

- การให้สิ่งช่วยจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า เป็นการสรุปโครงสร้างหรือขอบเขตเกี่ยวกับบทเรียนให้นักเรียนทราบก่อนการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในตอนนั้นๆ

- การจัดเป็นลำดับขั้น เป็นการจัดบทเรียนให้เรียงลำดับตามขั้นตอน

การเรียนรู้ในลำดับที่ต่ำกว่า จะเป็นพื้นฐานให้เรียนรู้ขั้นตอนที่สูงขึ้นเป็นลำดับต่อไป

- การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่เป็นการแยกประเภทของสิ่งที่ต้องการจำให้เป็นหมวดหมู่

2. จัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ วิธีการที่ช่วยให้ความจำระยะยาวดีขึ้นอีกประการหนึ่ง ได้แก่การจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่างๆเกี่ยวกับบทเรียนนั้นๆ มากขึ้น ซึ่งทำได้ดังนี้

- การนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่ฝึกฝนอยู่ หมายถึง การทบทวนบทเรียนภายหลังที่อ่านจบไปแล้วแต่ละครั้ง

- การเรียนเพิ่มขึ้น การเรียนหลังจากที่จบบทเรียนนั้นไปแล้ว ซึ่งจะส่งผลให้จำได้แม่นยำขึ้น และจำได้นานยิ่งขึ้น

- การทบทวนบทเรียนเป็นระยะ วิธีนี้คล้ายคลึงการนึกถึงสิ่งที่เรียนขณะฝึกฝน เพราะการนึกเป็นการทบทวนเหมือนกัน

- การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ เราจะสังเกตเห็นว่า ในการจำคำที่มีความหมายนั้น แม้ว่าจะไม่ได้จัดให้เป็นหมวดหมู่ ก็จะสามารถจำได้ดีกว่าการจำคำที่ไม่มีความหมาย และในทำนองเดียวกัน หากเราจัดคำต่างๆให้เป็นระเบียบเป็นหมวดหมู่ก็จะจำได้ง่ายยิ่งขึ้น

- การท่องจำ เป็นการท่องบทเรียนต่างๆ เพื่อช่วยความจำ

- การใช้จินตนาการ เป็นการสร้างจินตนาการให้สัมพันธ์กับสิ่งที่ต้องการจำ

ความคงทนในการจำหรือความคงทนในการเรียนรู้นั้นเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นแก่เด็ก เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และเพื่อให้ นักเรียนจำได้คงทนด้วยความเข้าใจสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป