

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

2.1.2 การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

2.1.3 วัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์

2.1.4 เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนรู้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

กึ่งฟ้าและละออ (2524) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์มีส่วนประกอบใหญ่ๆ 2 ส่วน คือ ผลผลิต (Product) และกระบวนการ (process) ผลผลิตนั้น คือความรู้ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ สมมติฐาน กฎและทฤษฎี ได้มาจากการแสวงหาความรู้ โดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ (science process) กระบวนการดังกล่าวเดิมทีเดียวเป็นวิธีการศึกษาหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์และได้มีผู้นำมาจัดไว้เป็นลำดับขั้นตอน เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method)

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนที่เป็นความรู้ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎี สิ่งเหล่านี้มิได้เกิดขึ้นเอง แต่ได้จากการที่มนุษย์สนใจที่จะหาคำตอบจากสิ่งที่เป็นปัญหา โดยใช้กระบวนการต่างๆ ในการหาคำตอบของปัญหานั้นๆ ถึงแม้กระบวนการต่างๆ ที่มนุษย์นำมาใช้จะมีความแตกต่างกัน แต่ก็มีลักษณะร่วมกันอยู่บ้าง คือสามารถจัดให้เป็นขั้นตอนได้ วิทยาศาสตร์ก็อยู่ในลักษณะดังกล่าวนี้ ขั้นตอนต่างๆ ที่ใช้ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ (2531) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่าวิทยาศาสตร์ คือองค์ความรู้ของธรรมชาติ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้นั้น ซึ่งจัดไว้เป็นระเบียบแบบแผนและตั้งอยู่บนรากฐานของการสังเกต moris (อ้างอิงในกิ่งฟ้าและละออ, 2524) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นการค้นคว้าหาความลับของธรรมชาติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาศัยพื้นฐานจากคำถาม 3 ประการด้วยกัน คือ

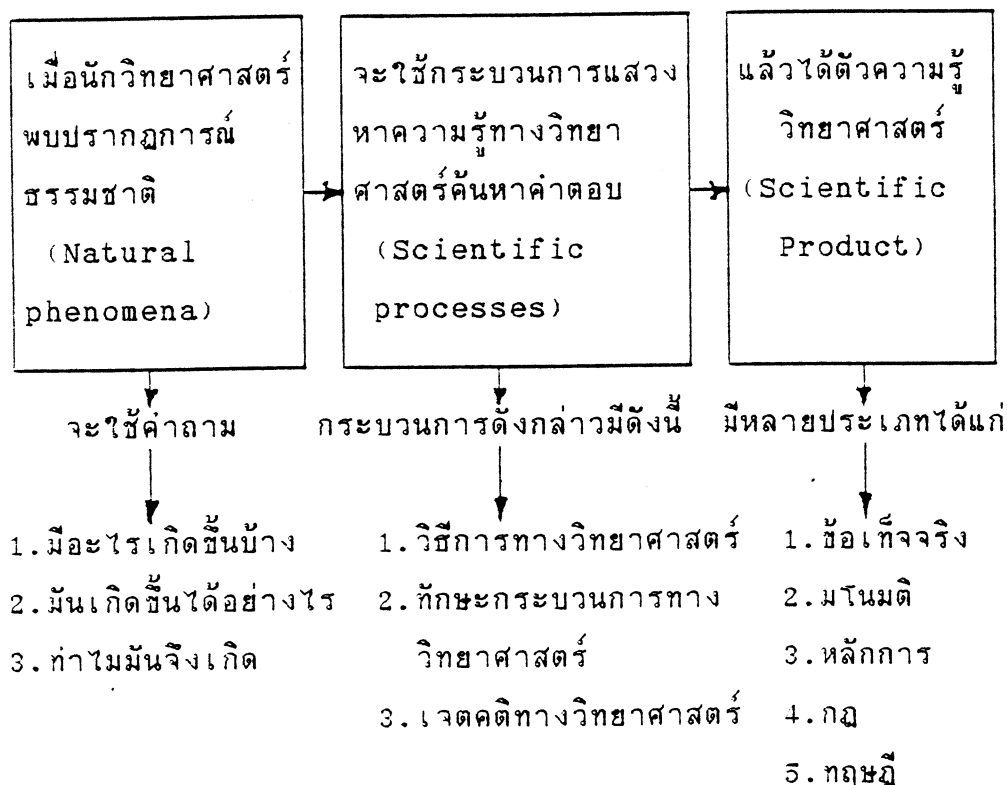
1. What question (มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง) คำถามนี้จะทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ข้อมูลที่เกิดขึ้นทั้งหมดตามสภาพที่เป็นจริง นักวิทยาศาสตร์จะต้องสังเกตแล้วบันทึกผลไว้เป็นข้อมูลเบื้องต้น

2. How question (เกิดขึ้นได้อย่างไร) คำถามนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่าอะไรเกิดขึ้นก่อนหลัง มีกระบวนการอย่างไร นอกจากนี้ ยังถามหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง นั่นคือ การถามหาสมมติฐานด้วยซึ่งเป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหา เมื่อได้ทำการทดลองค้นคว้าหาคำตอบแล้ว จะได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกมา

3. Why question (ทำไมจึงเกิดขึ้น) คำถามนี้จะทำให้นักวิทยาศาสตร์ ค้นหาอธิบาย เพื่อสร้างกฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น ทำไมเหล็กเมื่อมีอำนาจแม่เหล็กจึงมีอำนาจดึงดูด

จากคำถามทั้งสามประการดังกล่าว จะเป็นกุญแจสำคัญที่จะทำให้ นักวิทยาศาสตร์ ได้คำตอบของปัญหา ได้ค้นพบความจริงของธรรมชาติ เป็น ความรู้ความจริงทางวิทยาศาสตร์

เมื่อเขียนเป็นแผนภูมิของการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ จะเป็นดังนี้



จากแผนภูมิจะเห็นได้ว่า วิทยาศาสตร์นั้นเป็นการค้นคว้าหาความจริง ในธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่เฉพาะตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่รวมทั้ง กระบวนการที่ได้ความรู้นั้นมาด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปความหมายของวิทยาศาสตร์ได้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ซึ่งเป็นเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ กระบวนการที่ได้ ความรู้นั้นๆมาหรือกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ดังนั้นในการสอนวิทยาศาสตร์แก่เด็ก จึงต้องสอน ให้ครบทั้งตัวความรู้วิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ด้วย

2.1.2 การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

ในรอบทศวรรษที่ผ่านมา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ให้กับกระทรวงศึกษาธิการ เมื่อ พ.ศ. 2521 (สุวัฒน์, 2531) และปัจจุบันมีการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรประถมศึกษาฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 เพื่อให้การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสนองต่อนโยบายทางด้านการศึกษิตตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๗ (พ.ศ. 2535 - 2539) กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) เพื่อให้มีความเข้าใจใน หลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้มีความเข้าใจ ในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เชื่อและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา รักสนใจและใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 6) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

กิ่งฟ้าและละออ (2524) ได้เสนอว่า ทุกครั้งที่จะดำเนินการสอน ผู้สอนต้องระลึกอยู่เสมอว่า วัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง โดยทั่วไปแล้ววัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ จะเปิดโอกาสหรือพยายามแสวงหาวิธีการที่จะทำให้เด็กเรียนได้มีโอกาสดังนี้

- 1) พัฒนาความคิดโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ
- 2) ค้นพบสิ่งต่างๆด้วยตนเองซึ่งจะช่วยให้นักเรียนจดจำได้แม่นยำ มีความรู้คงอยู่ไม่สูญหาย
- 3) รู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการที่เป็นขั้นตอน(วิธีการทางวิทยาศาสตร์)
- 4) พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 5) นำความรู้ไปใช้ได้

สวัณก์ (2531) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ โดยยึดแนวของ Klopfer และ Klopfer ไว้ 4 ด้าน ดังนี้

- 1) ด้านความรู้ความคิด
- 2) ด้านทักษะการปฏิบัติ
- 3) ด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 4) ด้านการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ (ธรรมชาติ วงจำกัด และผลกระทบของวิทยาศาสตร์)

Wooborn (อ้างถึงใน สุนันทา, 2534) กล่าวว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ ไม่เพียงแต่จะเป็นการศึกษาเนื้อหาวิชาหรือเท็จจริงต่างๆ แต่ยังมุ่งที่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ใหม่ และการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังมุ่งเน้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย ดังนั้นการกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมิใช่เพียงแต่ถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังมุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถความรู้ลึกซึ้ง และเตรียมให้ผู้เรียนรู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างไม่มีที่สิ้นสุด เพื่อที่จะได้นำความรู้ไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของชีวิต และสิ่งแวดล้อมได้ องค์ประกอบในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดคุณสมบัติดังกล่าวได้แก่ การสอนทักษะการสืบเสาะหาความรู้ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ทั้งส่วนที่เป็นความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย และสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตในชีวิตประจำวันได้

จากแนวคิดในการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ สืบเนื่องมาจากการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และเพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงวิธีเฉพาะ หรือขั้นตอนที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ ในการสืบเสาะหาความรู้ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้กำหนดขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Maccracken et al. (อ้างถึงในสวัณก์, 2531) ได้สรุปขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน คือ

- 1) ตั้งปัญหา
- 2) ตั้งสมมติฐาน
- 3) รวบรวมข้อมูล
- 4) ลงข้อสรุป

Weisz (อ้างถึงในสวัณก์, 2531) ได้กำหนดขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การสังเกต
- 2) ตั้งปัญหา
- 3) ตั้งสมมติฐาน
- 4) ทดลอง
- 5) ตั้งทฤษฎี

Sund และ Trowbridge (อ้างถึงในสวัณก์, 2531) ได้กำหนดขั้นตอนในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ขั้นตอน คือ

- 1) ตั้งปัญหา
- 2) สร้างสมมติฐาน
- 3) ทดลอง
- 4) สังเกต
- 5) รวบรวมข้อมูล
- 6) ลงข้อสรุป

Karl Pearson และ John Dewey ได้วิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์แล้ว สรุปว่า นักวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการทำงานที่เป็นระบบ เรียกว่า วิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์ มี 6 ขั้นตอนคือ (อ้างถึงในสุนันทา, 2534)

- 1) การกำหนดปัญหา
- 2) ตั้งสมมติฐาน
- 3) ค้นหาวิธีทดสอบสมมติฐาน
- 4) ทดสอบสมมติฐานแล้วลงข้อยุติ
- 5) ปรับปรุงแก้ไขสมมติฐานถ้าจำเป็น
- 6) นำข้อยุติไปใช้ในการแก้ปัญหา

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์
ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้สรุปขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไว้
4 ขั้นตอน คือ

- 1) ระบุปัญหา
- 2) ตั้งสมมติฐาน
- 3) ทำการทดลองและรวบรวมข้อมูล
- 4) สรุปผลการทดลอง

จะเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้กำหนด
ไว้มีจำนวนขั้นตอนในการทำงานแตกต่างกันบ้าง แต่เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่า
เป็นกระบวนการตรวจสอบ หรือพิสูจน์คำตอบของปัญหาที่คาดคะเนไว้ล่วงหน้า
นั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง
2533) ที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการทาง
วิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
นักเรียนที่สามารถทำการทดลองเพื่อตรวจสอบคำตอบของปัญหาที่คาดคะเนไว้
ล่วงหน้าได้ โดยการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ก็แสดงว่า นักเรียน
มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

2.1.3 วัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งกล่าวถึง
โดย รุจิระ (2523), คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์
การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525), ละออ (2531), สุวัฒน์
(2531), สสวท. (2533), ภพ (2534) สุภาสินี (2535) พบว่า ได้กล่าว
ถึงวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ในแนวทางที่สอดคล้องกัน สรุปได้
ว่า การสอนวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์หลักอยู่ 2 ประการ ดังนี้ (ภูษิตย์,
2536)

- 1) ด้านตัวความรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Product) มุ่งให้
ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ โดยการศึกษา
ข้อเท็จจริง กฎ มโนคติ หลักการ ทฤษฎี และข้อสันนิษฐานที่นักวิทยาศาสตร์
ได้ค้นคว้าไว้แล้ว ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานความรู้เบื้องต้นและประสบการณ์
เดิมให้กับผู้เรียนในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริง และแก้ปัญหาต่างๆต่อไปได้และ
เพื่อใช้เป็นเครื่องมือ ในการสื่อความหมาย ช่วยให้เข้าใจปรากฏการณ์

ธรรมชาติและปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติได้ ตลอดจนรู้เท่าทันเทคโนโลยี สามารถปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตนให้ดีขึ้น

2) ด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Processes) มุ่งฝึกให้ผู้เรียนมีกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพียงพอที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

2.1.4 เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ (สุภาสินี, 2535)

เทคนิคการใช้คำถาม

การสอนวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน เน้นวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งวิธีสอนแบบนี้ผู้เรียนจะเป็นศูนย์กลาง ครูมีหน้าที่ชี้แนะแนวทาง และอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเมื่อครูบอกคำตอบแก่นักเรียนไม่ได้เหมือนแต่ก่อน การใช้คำถามเพื่อชี้แนะแนวทางจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เพราะคำถามที่เหมาะสมจะช่วยชี้แนะแนวทางได้เป็นอย่างดียิ่ง อาจกล่าวได้ว่า เทคนิคการตั้งคำถามเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ของคำถาม ลักษณะของคำถามที่ดี ประเภทของคำถาม ตลอดจนเทคนิคในการตั้งคำถามและสามารถใช้คำถามได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ประโยชน์ของการใช้คำถาม

คำถามที่เหมาะสมมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนหลายประการ คือ

- 1) ช่วยให้ครูทราบพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
- 2) ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมตลอดทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น ใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียน ถามให้เด็กร่วมอภิปรายขณะปฏิบัติกิจกรรม การที่นักเรียนต้องตอบคำถามเป็นระยะจะทำให้ต้องสนใจเรียนอยู่เสมอ

3) ช่วยพัฒนาความสามารถทางความคิดให้แก่ผู้เรียน คำถามจะช่วยให้นักเรียนฝึกหาเหตุผล คิดหาคำตอบ เป็นการเพาะนิสัยการคิดที่ดีให้แก่เด็ก

- 4) ช่วยในการทบทวน สรุปบทเรียนและประเมินผลการเรียน
- 5) คำถามที่ดีจะช่วยให้มีการอภิปรายต่อเนื่อง เป็นการขยายความคิด และแนวทางในการเรียนรู้และข้อสรุปหลักเกณฑ์ใหม่ๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นคนช่างคิดช่างถาม

ประเภทของคำถาม

คำถามนั้น จำแนกได้หลายแบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก เช่น จำแนกโดยใช้ Bloom's Taxonomy ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือใช้จำนวนคำตอบเป็นเกณฑ์ในการจำแนก

ลักษณะของคำถามที่ดี

คำถามที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดอย่างมีระบบและเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คำถามที่ดีมีลักษณะสำคัญ คือ

- 1) ใช้ภาษาง่ายๆ มีความหมายชัดเจนไม่คลุมเครือ เมื่อนักเรียนฟังคำถามแล้วจะสามารถเข้าใจได้ถูกต้องว่าครูถามอะไร แม้บางครั้งนักเรียนอาจไม่รู้คำตอบก็ตาม

- 2) เป็นข้อความที่กระชับรัดกุม ไม่ยาวเกินไปและไม่ควรเป็นข้อความหลายๆ ประเด็นรวมกัน เพราะนักเรียนจะจับใจความของคำถามไม่ได้ และเกิดความสับสนในการหาคำตอบ

- 3) ไม่ควรเป็นคำถามเชิงนิเสธ เช่น ถามว่า ถ้าจุ่มกระดาษลิตมัสลงในสารละลายอย่างหนึ่ง ทำให้เปลี่ยนสีจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง นักเรียนคิดว่าถ้าไม่ใช้กรดจะเป็นอย่างไร

- 4) ต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของนักเรียน คือ ไม่ยากและไม่ง่ายเกินไป เพราะถ้าคำถามยากไปนักเรียนตอบไม่ได้ก็จะเกิดความท้อถอย แต่ถ้าคำถามง่ายเกินไป นักเรียนจะไม่ได้คิดเกิดความเบื่อหน่ายได้

- 5) เป็นคำถามที่ท้าทาย ช่วยกระตุ้นให้คิดเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม

เทคนิคการใช้คำถาม

- 1) เตรียมคำถามล่วงหน้า ลองตอบคำถามนั้นๆ เพื่อตัดประเด็นที่คลุมเครือออก บางครั้งนักเรียนอาจตอบคำถามนอกนอกประเด็นที่ต้องการ ครูจะต้องใช้คำถามโยงให้กลับเข้าสู่ประเด็นที่ตั้งไว้ การเตรียมคำถามและลองคำตอบล่วงหน้าจะช่วยแก้ปัญหาได้

2) เตรียมคำถามที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เมื่อเทียบกับระดับความสามารถของผู้เรียนในชั้น รวมทั้งเตรียมคำถามเฉพาะสำหรับผู้ที่เรียนเก่งมากๆ หรืออ่อนมากๆ ไปด้วย

3) ใช้คำถามหลายๆประเภทและถามจากคำถามที่ง่ายไปหายาก เพราะถ้าตั้งคำถามที่ยากเลยทีเดียว อาจทำให้ผู้เรียนท้อถอยและรู้สึกว่ายากเกินไป

4) เมื่อตั้งคำถามแล้วควรเว้นระยะเพื่อให้เวลานักเรียนคิดหาคำตอบ

5) ไม่เรียกชื่อนักเรียนก่อนตั้งคำถาม เพราะจะทำให้นักเรียนอื่นๆ ไม่สนใจฟังคำถามและคิดหาคำตอบ นักเรียนที่ถูกเรียกถ้าไม่พร้อมที่จะตอบ จะเกิดความรู้สึกตื่นเต้น อึดอัดตกใจ

6) ไม่ถามคำถามเป็นชุด คือ ถามทีละหลายๆคำตอบเพราะนักเรียนจะจำคำถามไม่ได้และเกิดความสับสนในการหาคำตอบ

7) ไม่ควรทวนคำถามหรือคำตอบ เพราะจะทำให้นักเรียนไม่สนใจฟัง การทวนคำถามหรือคำตอบเสมอๆ จะฝึกนิสัยให้ผู้เรียนไม่สนใจฟังคำถามและคำตอบแรก เพราะรู้ว่าอย่างไรเสียครูก็จะทวนคำถามหรือคำตอบให้ใหม่

8) ถ้านักเรียนตอบคำถามแรกไม่ได้ ครูไม่ควรตอบคำถามเสียเอง แต่ควรใช้คำถามใหม่ ที่ช่วยขยายความช่วยเหลือให้ง่ายขึ้นและถ้าได้คำตอบที่ยังไม่สมบูรณ์ ครูควรใช้คำถามให้ผู้เรียนขยายคำตอบให้ชัดเจนขึ้น

9) ควรใช้ท่าทางและน้ำเสียงเป็นส่วนประกอบในการถาม ซึ่งจะช่วยให้บรรยากาศในการใช้คำถามดียิ่งขึ้น เช่น เน้นเสียงในตอนที่เห็นว่า เป็นจุดสำคัญของคำถาม การแสดงตอบรับคำตอบของนักเรียนก็มีส่วนกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ

10) เมื่อผู้เรียนตอบถูกครูควรให้กำลังใจ อาจจะใช้คำพูดหรือกิริยาตอบรับที่แสดงความพอใจ เช่น ยิ้ม พยักหน้า สบตา แต่ต้องระวังอย่าให้เป็นการแสดงออกที่เกินจริง

ภาพปริศนา (Pictorial Riddles) (สุภาสินี, 2535)

ภาพปริศนา เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนไม่ว่าจากกลุ่มเล็กหรือกลุ่มใหญ่ให้มีส่วนร่วมในการอภิปราย ภาพที่ครูจะนำมาใช้เป็นภาพปริศนานั้น อาจเป็นภาพที่ครูวาดบนกระดานดำ วาดบนกระดานแข็งหรือแผ่นใส ภาพถ่ายต่างๆ และครูนำมาตั้งคำถามเกี่ยวกับ

รูปภาพนั้นๆ ให้นักเรียนได้คิดและร่วมอภิปราย ภาพปริศนาอาจจะแสดงสถานการณ์ที่ยากหรือง่ายขึ้นอยู่กับครูผู้สอนจะจัดทำ ในการเตรียมภาพปริศนามีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

- 1) เลือกมโนคติหรือหลักการ ที่ครูต้องการจะสอนหรือนำมาอภิปราย
- 2) เตรียมหาภาพที่แสดงมโนคติ กระบวนการที่เกิดขึ้นหรือสถานการณ์ต่างๆที่สอดคล้องกับมโนคติหรือหลักการที่ครูจะสอน
- 3) เตรียมคำถามชนิดต้องการมากกว่าหนึ่งคำตอบ คำถามเหล่านั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับภาพที่เตรียมไว้ ซึ่งคำถามดังกล่าวควรนำไปสู่มโนคติหรือหลักการที่ครูต้องการจะสอนในครั้งนั้นๆ

โดยทั่วไปแล้วภาพปริศนาอาจแบ่งได้ 2 แบบ คือ

- 1) ภาพปริศนาแสดงสถานการณ์ที่เป็นจริง แล้วผู้สอนถามว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
- 2) ภาพปริศนาที่แสดงสถานการณ์ที่ผิดไปจากความเป็นจริง แล้วให้ผู้เรียนอภิปรายว่า มีอะไรผิดปกติบ้าง ที่ถูกควรเป็นอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

ภาพปริศนานี้จะใช้ได้เป็นอย่างดีในการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อสร้างสถานการณ์หรือปัญหาให้แก่ผู้เรียน ตลอดจนช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและใช้ความคิด เพื่อมีส่วนร่วมในการอภิปราย นอกจากนี้อาจใช้ในชั้นสอนหรือชั้นสรุปก็ได้ผลดีเช่นกัน

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน

2.2.1 ความหมายของชุดการสอน

ชัยยงค์ (2523) ได้กล่าวถึงชุดการสอนหรือชุดการเรียน (Instructional Packages) ว่าเป็นระบบการผลิตและการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาในการเรียนการสอน เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

พิมพ์ใจ (2526) ได้ให้ความหมายว่า ชุดการสอนเป็นสื่อประสมที่ได้จากระบบการผลิต และการนำสื่อการสอนที่สอดคล้องกับวิชา วัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ หรือทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

Kepfer and Kepfer (อ้างถึงใน วิจารณ์, 2533) ให้ความหมายของชุดการสอนว่า ชุดการสอนเป็นรูปแบบการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ การนำเนื้อหาที่จะนำมาผลิตชุดการสอนนั้น ได้มาจากขอบข่ายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเนื้อหานั้นจะต้อง ชัดเจน สามารถสื่อความหมายให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามเป้าหมาย

Duan (อ้างถึงใน บุญเลิศ, 2531) ให้ความหมายของชุดการสอนว่าเป็นชุดวัสดุประกอบการเรียนซึ่งช่วยให้ผู้เรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมาย และชุดการสอนแตกต่างจากการสอนระบบอื่นๆ คือ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ดำเนินการตามอัตราของตนเองและวิธีของตนเอง

Brown, Lewis and Harclerod (อ้างถึงใน บุญเลิศ, 2531) กล่าวว่า ชุดการสอนเป็นสื่อประสมที่สร้างขึ้น เพื่อช่วยครูให้สามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกล่องหรือชุดบางครั้งประกอบด้วยเอกสารอย่างเดียบบางชุดเป็นโปรแกรมที่มีบัตรคำสั่ง ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง

Sampath, Pannirserven and Santhaman (อ้างถึงใน วัฒนา, 2533) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนว่า เป็นชุดที่ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน อาจจะประกอบด้วย ภาพยนตร์ ฟิล์ม ฟิล์มลูป ฟิล์มสตริป สไลด์ เทปบันทึกเสียง ภาพกราฟิก หุ่นจำลอง และสิ่งอื่นๆที่ผลิตออกจำหน่าย อาจจัดเตรียมไว้หรือไม่เตรียมไว้ก็ได้ และจะต้องมีการวางแผนล่วงหน้าเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีและตรงตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้นั้น

จากความหมายของชุดการสอนที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ พอสรุปได้ว่า ชุดการสอน หมายถึง ชุดสื่อประสมที่นำมาเป็นเครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ในชุดการสอนอาจจะประกอบด้วยสื่อการเรียนการสอนมากมาย หรือบางครั้งอาจจะประกอบด้วยเอกสารเพียงอย่างเดียว โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการทำกิจกรรมการเรียน และกำหนดเงื่อนไขเวลาด้วย เป็นการฝึกความรับผิดชอบ และกระตุ้นให้ตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา จนกว่าการเรียนรู้จะบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2.2.2 แนวคิด หลักการ และทฤษฎีเกี่ยวกับชุดการสอน

แนวคิด หลักการ ในการนำเอาชุดการสอนมาใช้ในระบบการศึกษาสรุปได้ 5 ประการ คือ (ชัยยงค์, 2523)

1) การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ในการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ มนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกันในด้านความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคมและความแตกต่างปลีกย่อยอื่นๆ ดังนั้น ในการนำเอาหลักความแตกต่างเหล่านี้มาใช้ในการกระบวนการเรียนรู้ ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล วิธีการที่เหมาะสมที่สุด คือ การจัดการสอนหรือการศึกษาตามเอกัตภาพ หรือ การศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งล้วนแต่เป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน มีอิสระในการเรียนตามระดับสติปัญญา ความสามารถ ความสนใจ โดยมีครูคอยช่วยเหลือตามความเหมาะสม ปัจจุบันการทดลอง และวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับการสอนรายบุคคลอย่างกว้างขวาง ในทุกระดับการศึกษาจนเป็นที่ยอมรับว่า การสอนวิธีนี้กำลังก้าวหน้าไปมากมีเทคโนโลยีการศึกษาใหม่ๆ เป็นเครื่องช่วยในการสอน

2) พยายามที่จะเปลี่ยนแนวการเรียนการสอนไปจากเดิมที่เคยยึดครูเป็นจุดศูนย์กลาง เป็นแหล่งความรู้หลัก มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วยวัสดุอุปกรณ์และวิธีการ การนำสื่อการสอนมาใช้ ต้องจัดให้ตรงกับเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่างๆ นิยมจัดในรูปของชุดการเรียนการสอนด้วยวิธีนี้ ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด ส่วนอีกสองในสามผู้เรียนจะศึกษาด้วยตนเองจากที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้ในรูปของชุดการสอนและผู้สอนชี้แหล่งชี้ทางให้

3) การใช้โสตทัศนูปกรณ์ได้เปลี่ยนแปลงและขยายตัวออกไป เป็นสื่อการสอนซึ่งคลุมถึงวัสดุสิ้นเปลือง (วัสดุ) เครื่องมือ (อุปกรณ์) และกระบวนการอันได้แก่ การสาธิต การทดลอง และกิจกรรมต่างๆ เดิมนั้นการผลิตและการใช้สื่อการสอนมักออกมาในรูปต่างคนต่างผลิต ต่างคนต่างใช้เป็นสื่อเดี่ยวมิได้มีการจัดระบบการใช้สื่อให้บูรณาการอย่างเหมาะสม และใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับนักเรียน แทนการให้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนตลอดเวลา แนวโน้มใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบสื่อประสมให้เป็น

ชุดการสอน อันจะมีผลต่อการใช้สื่อของครู คือ เปลี่ยนจากการใช้สื่อ "เพื่อช่วยครูสอน" คือ ครูเป็นผู้หยิบใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาเป็นการใช้สื่อ "เพื่อนักเรียนเรียน" คือ ให้นักเรียนได้หยิบฉวยและใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยอยู่ในรูปของชุดการสอน

4) ปฏิภาณสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับสภาพแวดล้อม แต่ก่อนความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนในห้องเรียน มีลักษณะเป็นทางเดียวคือครูเป็นผู้นำและนักเรียนเป็นผู้ตาม ครูมิได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเสรี นักเรียนจะมีโอกาสพูดก็ต่อเมื่อครูให้พูด การตัดสินใจของนักเรียนส่วนใหญ่มักจะตามครู นักเรียนเป็นฝ่ายเอาใจครูมากกว่าครูเอาใจนักเรียน จึงปรากฏอยู่บ่อยๆ ว่าครูวิจารณ์หรือพูดเยาะเย้ยนักเรียนในชั้น โดยเฉพาะกรณีที่นักเรียนตอบไม่ถูกต้องตามใจครู หรือกระทำอะไรผิดพลาด แต่ถ้านักเรียนทำอะไรดีควรแก่การยกย่องชมเชยครูจะนิ่งเฉยเสีย เพราะหากชมก็กลัวนักเรียนจะหลงตัวเอง ดังนั้นนักเรียนไทยส่วนใหญ่จึงพกเอาประสบการณ์ที่ไม่พึงพอใจเมื่อเติบโตขึ้น ในส่วนที่เกี่ยวกับนักเรียนต่อนักเรียนในห้องเรียนนั้นแทบจะไม่มีเลย เพราะครูส่วนใหญ่ไม่ชอบให้นักเรียนคุยกัน นักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่มีโอกาสฝึกฝนการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เมื่อโตขึ้นจึงทำงานร่วมกับผู้อื่นไม่ได้ นอกจากนี้ปฏิภาณสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสภาพแวดล้อม ก็มักจะมีเพียงซอล์กกระดานดำ และแบบเรียนในห้องสี่เหลี่ยมแคบๆ หรือในสนามหญ้า ครูไม่เคยพานักเรียนออกไปสู่สภาพนอกโรงเรียน การเรียนการสอนจึงจัดอยู่ในห้องเรียนเป็นส่วนใหญ่ แนวโน้มปัจจุบันและอนาคตของกระบวนการเรียนรู้จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนประกอบกิจกรรมร่วมกัน

5) การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้ โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึงระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน

(1) ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

(2) ทราบว่า การตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร

(3) มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้ผู้เรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูกหรือคิดถูก อันจะทำให้กระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต

(4) ได้ค่อยเรียนรู้ไปทีละขั้นตอนตามความสามารถ ความสนใจของผู้เรียน

(5) การจัดสภาพการณ์ที่จะอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ ตามนัยดังกล่าวข้างต้น จะมีเครื่องมือช่วยให้บรรลุจุดหมายปลายทาง โดยการจัดการสอนแบบโปรแกรมในรูปของกระบวนการและใช้ชุดการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญ

2.2.3 ประเภทของชุดการสอน

ชัยสงค์ (2523) ได้แบ่งชุดการสอนออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1) ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการสอนที่มุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น โดยให้ผู้สอนพูดน้อยลงและให้สื่อการสอนทำหน้าที่แทน ชุดการสอนแบบบรรยายนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนระดับอุดมศึกษา ที่ยังถือว่าการสอนแบบบรรยายยังมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียน

2) ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่ม เช่น ศูนย์การเรียนรู้ การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3) ชุดการสอนตามเอกัตภาพหรือชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความก้าวหน้าตามความสามารถและความพร้อมของตัวเอง ชุดการสอนรายบุคคลนี้อาจออกมาในรูปของหน่วยการสอนย่อยหรือโมดูล

4) ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วย สื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

2.2.4 องค์ประกอบของชุดการสอน

ชุดการสอนที่สร้างขึ้น มีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้ ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆที่สำคัญ เช่น

วพ
LB
๐๕๑๑ ก



Duan (1973) กล่าวถึง โครงสร้างพื้นฐานของชุดการสอนว่ามี 7 ประการ คือ

- 1) จุดมุ่งหมายของเนื้อหาที่จะต้องเรียน
- 2) เนื้อหา
- 3) จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
- 4) กิจกรรมในการเรียนการสอน
- 5) กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดเจตคติ
- 6) เครื่องมือวัดผล ก่อนการเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน
- 7) คู่มือครู

Houston และคณะ (อ้างถึงในพิมพ์ใจ, 2526) เห็นว่าองค์ประกอบของชุดการสอน จะต้องประกอบด้วยส่วนต่างๆ 5 ส่วน คือ

1) คำชี้แจง อธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมาย ขอบข่ายของชุดการสอน สิ่งที่คุณเรียนต้องมีความรู้ก่อนเรียน ขอบข่ายของกระบวนการทั้งหมดในชุดการสอน

2) จุดมุ่งหมายเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

3) การประเมินผลเบื้องต้น เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนมีความรู้เท่าใด ก่อนใช้ชุดการสอนและดูว่าเขามีผลสัมฤทธิ์ตามความมุ่งหมายมากน้อยเพียงใด

4) การกำหนดกิจกรรม เป็นการกำหนดกิจกรรมของผู้เรียน

5) การประเมินครั้งสุดท้าย เป็นการวัดผลหลังเรียนจากชุดการสอน

Nelson and Lorbear (อ้างถึงในบุญเลิศ, 2531) ได้สร้างชุดการเรียนกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับแนะนำครู ประกอบด้วยกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูสามารถนำกิจกรรมนี้ไปใช้ในห้องเรียน ในการสร้างชุดการเรียนแต่ละกิจกรรม ประกอบด้วยปัญหา เพื่อนำไปสู่กิจกรรมด้วยคำถาม การที่มีปัญหาและคำถาม จะช่วยให้ครูเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมมาใช้ในการสอนตามความคิดของเด็กได้ ลักษณะของชุดการเรียนกิจกรรมประกอบด้วย

- 1) ปัญหาซึ่งเป็นเรื่องของกิจกรรม
- 2) วัสดุอุปกรณ์
- 3) วิธีดำเนินการทดลอง

4) รายละเอียดเพิ่มเติม ประกอบด้วย การอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์และคำแนะนำต่างๆในการศึกษาต่อไป

5) คำถามท้ายกิจกรรม เพื่อให้เกิดความคิด คำถามเร้าใจเด็กให้เกิดการซักถามและคิดหาวิธีการเพื่อหาคำตอบเหล่านั้น

ชัยสงค์ และคณะ (2521) กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดการสอนจะต้องประกอบไปด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญ คือ

1) คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับครูและนักเรียน ตามลักษณะของชุดการสอน ภายในคู่มือจะชี้แจงวิธีการใช้ชุดการสอนเอาไว้โดยละเอียด ครูและนักเรียนจะต้องปฏิบัติตามคำชี้แจงนั้นอย่างเคร่งครัด จึงจะสามารถใช้ชุดการสอนนั้นอย่างได้ผล คู่มือครู อาจทำเป็นแผ่นหรือเป็นเล่มซึ่งมีส่วนสำคัญดังนี้

- คำชี้แจงสำหรับครู
- บทบาทของนักเรียน
- การจัดชั้นเรียนพร้อมแผนผัง
- แผนการสอน
- แบบฝึกปฏิบัติ

2) บัตรคำสั่ง เพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้นักเรียน บัตรคำสั่งประกอบด้วย

- คำอธิบายเรื่องที่ศึกษา
- คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม
- การสรุปบทเรียน

บัตรคำสั่งต้อง กระชับรัดกุม เข้าใจง่าย ชัดเจน ครอบคลุมกิจกรรมที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนทำ ผู้เรียนต้องอ่านบัตรคำสั่งให้เข้าใจ แล้วปฏิบัติเป็นขั้นๆไป

3) เนื้อหาสาระและสื่อ จะถูกบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่างๆ อาจจะประกอบด้วย บทเรียนสำเร็จรูป สไลด์ เทปบันทึกเสียง แผ่นโปสเตอร์ หุ่นจำลอง เป็นต้น ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่างๆที่บรรจุในชุดการสอนตามบัตรคำสั่งที่บรรจุไว้ให้

4) การประเมินผล เป็นการประเมินผลกระบวนการทั้งก่อนการเรียน และหลังการเรียน อาจจะอยู่ในรูปของแบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้า เป็นต้น

ส่วนประกอบทั้งหมดนี้ อาจจัดอยู่ในช่อง หรือกล่องอย่างเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนโดยอิงรูปแบบชุดการสอน แผนจุฬา (ชัยยงค์, 2523) ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. คู่มือครู
2. บัตรคำสั่งและบัตรกิจกรรม
3. บัตรเนื้อหาสาระ บัตรคำถามและสื่อ
4. การประเมินผล

2.2.5 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน

การสร้างชุดการสอนแผนจุฬา มีขั้นตอนการสร้างที่สำคัญ 10 ขั้นตอน คือ (ชัยยงค์, 2523)

- 1) กำหนดหมวดหมู่และเนื้อหาประสบการณ์ อาจจะเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามที่เห็นเหมาะสม
- 2) กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน ประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูถ่ายทอดความรู้ให้แก่ักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์ หรือสอนได้ในหน่วยละครั้ง ครั้งละประมาณ 1-2 ชั่วโมง
- 3) กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตัวเองว่าในการสอนแต่ละหน่วย ควรให้ประสบการณ์อะไรแก่ผู้เรียนบ้าง แล้วกำหนดหัวข้อเรื่องออกมาเป็น 4-6 หัวเรื่อง
- 4) กำหนดมโนทัศน์และหลักการ มโนทัศน์และหลักการที่กำหนดขึ้น จะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปแนวความคิด สาระ หลักเกณฑ์ ที่สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาเนื้อหาการสอนให้สอดคล้อง
- 5) กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นวัตถุประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วเปลี่ยนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
- 6) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือกและผลิตสื่อการสอน "กิจกรรมการเรียนรู้" หมายถึงกิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น อ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ การเล่นเกม ฯลฯ

7) กำหนดแบบประเมินผล ต้องกำหนดวัตถุประสงค์ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาแล้ว นักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8) เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์หรือวิธีการที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า "ชุดการสอน"

9) หาประสิทธิภาพของชุดการสอน เพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ที่ว่า การเรียนรู้กระบวนการ เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10) การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปใช้สอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอน และตามระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ ดังนี้ :

10.1) ทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดผลเพื่อประเมินกิจกรรมเบื้องต้น อันเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน

10.2) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้น มีความต้องการที่จะเรียน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้สอนด้วยในการนำเข้าสู่บทเรียนให้น่าสนใจ

10.3) ชี้นำประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูจะต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจในการทำกิจกรรมก่อนลงมือทำกิจกรรม

10.4) ชี้นำสรุปการเรียนรู้ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้หลักการที่สำคัญหรือความคิดรวบยอด

10.5) ทดสอบหลังเรียน เป็นการวัดผลการเรียนโดยการทำข้อสอบอีกครั้งหนึ่ง เพื่อประเมินว่านักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อจะได้ปรับปรุงข้อบกพร่องของนักเรียน

2.2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

ชัยยงค์ และคณะ (2521) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลองใช้ แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด การหาประสิทธิภาพ

ของชุดการสอน มีขั้นตอน ดังนี้

2.2.6.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอน ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่องและพฤติกรรมขั้นสุดท้ายโดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งคิดเป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนที่ได้ ดังนั้น E_1 / E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เช่น 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดหรือทำงานได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำ มักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85, 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ มักจะตั้งต่ำกว่านี้ เช่น 75/75

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนไว้ คือ 80/80 และมีระดับความผิดพลาดไว้ร้อยละ ± 2.5 โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

1. "สูงกว่าเกณฑ์" เมื่อชุดการสอนมีประสิทธิภาพตั้งแต่ 82.5/82.5 ขึ้นไป
2. "เท่าเกณฑ์" เมื่อชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 80/80
3. "ต่ำกว่าเกณฑ์" เมื่อชุดการสอนมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 77.5/77.5

2.2.6.2 การทดลองหาประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตชุดการสอนเป็นต้นฉบับแล้ว ต้องนำชุดการสอนไปทดลองหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) การทดลองแบบเดี่ยว (1:1) คือ ทดลองกับผู้เรียน 5 คน โดยใช้เด็กที่มีสติปัญญาสูง ต่ำ และปานกลาง นำผลที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยว จะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก

2) การทดลองแบบกลุ่ม (1:10) คือ ทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน นำผลที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3) การทดลองภาคสนาม (1:100) คือ ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-100 คน นำผลที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง ผลที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5 ก็ยอมรับ แต่ถ้าต่างกันมาก ต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนใหม่ โดยยึดหลักความจริงเป็นเกณฑ์

2.2.6.3 การคำนวณหาประสิทธิภาพ

$$E_1 = [(\Sigma X/N) / A] \times 100$$

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ :

ΣX = คะแนนรวมของแบบฝึกหัดทุกชุด

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน

N = จำนวนนักเรียน

และ

$$E_2 = [(\Sigma F/N) / B] \times 100$$

เมื่อ E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣF = คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

B = คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

N = จำนวนนักเรียน

2.2.7 ลักษณะของชุดการสอนที่ดี

Smith (อ้างถึงใน บุญเลิศ, 2531) ให้ความเห็นว่าชุดการสอนที่ดีนั้น จะต้องจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวก และวิธีการต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย เช่น

- 1) ใช้สื่อหลายอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้
- 2) เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

- 3) สิ่งที่ใช้สามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้ดี
- 4) มีคำแนะนำหรือวิธีการใช้อย่างละเอียด ง่ายต่อการใช้
- 5) มีวัสดุอุปกรณ์ในการเรียนการสอนทั้งหมดที่กำหนดไว้ในบทเรียน

อย่างครบถ้วน

- 6) ได้ทดลองและปรับปรุงให้ทันต่อเหตุการณ์เสมอ
- 7) มีความคงทนต่อการเก็บรักษาและการใช้

2.2.8 คุณค่าหรือประโยชน์ของชุดการสอน

ชัยขงค์ (2523) กล่าวถึงคุณค่าของชุดการสอน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1) ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เช่น การทำงานของเครื่องจักร อวัยวะในร่างกาย การเจริญเติบโตของสัตว์ชั้นต่ำ ฯลฯ ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี

2) ช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม

3) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น มีการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

4) ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจต่อผู้สอน เพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถหยิบไปใช้ได้ทันที โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมการสอนล่วงหน้า

5) ทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียน เรียนได้ตลอดเวลา ไม่ว่าผู้สอนจะมีสภาพหรือมีความขัดข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด

6) ช่วยให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของครู เนื่องจากชุดการสอนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู แม้ครูจะพูด หรือสอนไม่เก่ง ผู้เรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากชุดการสอนที่ได้ผ่านการหาประสิทธิภาพมาแล้ว

7) ในกรณีขาดครู ครูคนอื่นสามารถสอนแทนได้เพราะชุดการสอนมีวิธีการสอน อุปกรณ์ เตรียมไว้อำนวยความสะดวกอยู่แล้ว โดยครูผู้สอนแทนไม่ต้องเตรียมตัวอะไรมากนัก

8) สำหรับชุดการสอนรายบุคคล และชุดการสอนทางไกล เช่น ชุดการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช จะช่วยให้การศึกษามวลชน ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะผู้เรียนสามารถเรียนเองได้ที่บ้าน ไม่ต้องเสียเวลาและเงินทองนั่งรถไปเรียนที่มหาวิทยาลัย หรือเสียค่าใช้จ่ายอื่นๆอีก

ชุดการสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนดังนี้ (สันศักดิ์และพิมพ์ใจ, 2525)

- 1) ช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษาอยู่ เพราะชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนให้มากที่สุด
- 2) ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง และเรียนตามความสามารถ ความสนใจหรือความต้องการของตนเอง
- 3) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
- 4) ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้ในแนวเดียวกัน
- 5) ทำให้การเรียนรู้อิสระจากอารมณ์ของครู ชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียน เรียนได้ตลอดไม่ว่าผู้สอนจะมีสภาพ หรือคับข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด
- 6) ช่วยให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของครู เนื่องจากชุดการสอนถ่ายทอดเนื้อหาได้ ดังนั้น ครูที่พูดไม่เก่งก็สามารถสอนให้มีประสิทธิภาพได้
- 7) ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย
- 8) ช่วยลดภาระการสร้างความรู้และความมั่นใจให้แก่ครู เพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่สามารถนำไปใช้ได้ทันที
- 9) ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครูผู้ชำนาญ เพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย
- 10) ช่วยสร้างเสริมการเรียนแบบต่อเนื่องหรือการศึกษานอกระบบ เพราะชุดการสอนสามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ทุกสถานที่ทุกเวลา
- 11) แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียน เรียนได้ตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจตามเวลาและโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนซึ่งแตกต่างกัน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ชุดการสอน เป็นวิธีหนึ่งที่นำไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายของการสอน เพราะชุดการสอนถูกสร้างขึ้นอย่างมีระบบและยังมีคุณค่าในลักษณะอื่น ๆ อีก เช่น ช่วยลดภาระของครูเพราะเมื่อมีชุดการสอนแล้วครูจะสอนตามคำแนะนำที่มีไว้พร้อม ครูไม่ต้องเสียเวลาสร้างสื่อการสอนใหม่ ทำให้ครูมีเวลาเตรียมการสอน ทดลองศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมในเนื้อหาตามชุดการสอน ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพของการสอนของครู ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวเดียวกันเนื่องจากชุดการสอน มีจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมชัดเจน มีข้อเสนอแนะกิจกรรมในการใช้สื่อการสอน และข้อสอบประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างครบถ้วน

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายและรายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้ให้ความเห็นว่า วิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงความรู้เพียงอย่างเดียวแต่รวมถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ที่มีระบบ อันจะนำไปสู่ขอบข่ายอันกว้างขวางของการเรียนรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับโลกที่เราอาศัยอยู่ วิธีการซึ่งจะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ซึ่งผู้เรียนมีโอกาสดำเนินปฏิบัติ และพัฒนาความคิดควบคู่ไปด้วย จะเรียกพฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ (2531) ได้แสดงความคิดเห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิด เป็นกระบวนการทางปัญญา ดังนั้นจึงเป็นกระบวนการใช้แก้ปัญหา

สุภาสินี (2535) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ทักษะทางสติปัญญา เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนอย่างมีระบบ

สมชัย (2535) ให้ความหมายว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหา จัดกระทำ ตรวจสอบ และสื่อความหมายข้อมูลหรือความรู้

Peterson (อ้างถึงในเนียม, 2531) นิยามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็น Operation of Scientification Inquiry ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปอ้างอิง การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย การนำประโยชน์ไปใช้

Welch (อ้างถึงในเนียม, 2531) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ากิจกรรมหรือการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ ในการที่จะพยายามเข้าใจธรรมชาติ กิจกรรมเหล่านี้อยู่บนพื้นฐานต่างๆและ ได้รับการปฏิบัติไปตามความตระหนักในธรรมชาติของผลลัพธ์ ศีลธรรม (Ethenics) และเป้าหมายของวิทยาศาสตร์

Kuslan และ Stone (อ้างถึงในนิตยา, 2535) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Kepfer (อ้างถึงในนิตยา, 2535) ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นลำดับกิจกรรม หรือพฤติกรรมที่เกิดจากการคิดและการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จนเกิดความชำนาญ และความคล่องแคล่วในการใช้ทักษะเพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ

จากความหมายที่นักการศึกษาได้ให้ไว้ สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนความนึกคิด ความสามารถในการวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ จนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่วในการแสวงหาความรู้ใหม่ๆหรือความรู้ที่ยังไม่รู้

2.3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้แสวงหาความรู้

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (1971)

(The America Association For Advancement of Science :

AAAS) ได้ระบุทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตร SAPA

(Science : A Process Approach) 13 ทักษะ ดังนี้ (สุภาสินี, 2535)

1) ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skills)

ประกอบด้วย

- 1.1) การสังเกต (Observing)
- 1.2) การวัด (Measuring)
- 1.3) การคำนวณ (Using Number)
- 1.4) การจัดจำแนกประเภท (Classifying)
- 1.5) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)
- 1.6) การสื่อความหมายข้อมูล (Communicating)
- 1.7) การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)
- 1.8) การพยากรณ์ (Predicting)

2) ทักษะขั้นผสมผสาน (Complex Science Process Skills)

ประกอบด้วย

- 2.1) การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
- 2.2) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
- 2.3) การกำหนดและการควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
- 2.4) การทดลอง (Experimenting)
- 2.5) การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

รายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. ทักษะการสังเกต

การสังเกต หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ถ้าอยากทราบว่าข้อมูลที่บันทึกได้นั้น เกิดจากการสังเกตหรือไม่ต้องถามตัวเองว่า ข้อมูลที่ได้มาจากประสาทสัมผัสส่วนไหน หู ตา จมูก ลิ้นและผิวหนัง หรือเปล่า ถ้าตอบว่าใช่ แสดงว่าเป็นการสังเกต ถ้าตอบว่าไม่ใช่จะเป็นการลงความคิดเห็น ข้อมูลจากการสังเกตมี 2 ประเภท คือ

1.1) ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะและสมบัติที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง กล่าวคือ ผู้สังเกตนอกจากจะใช้ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังสัมผัสแล้ว ยังต้องใช้จมูกดมและลิ้นชิมด้วย

1.2) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาด น้ำหนัก อุณหภูมิ หรืออาจบอกโดยการกะประมาณเปรียบเทียบกับค่าอื่นๆ

ข้อมูลการสังเกตจะละเอียดชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้ามีข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอยู่ด้วย ดังนั้นในการสังเกตวัตถุใด ๆ มักจะมีการกระทำบางอย่างที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัตถุ เช่น นำวัตถุใส่ในน้ำร้อนหรือเพิ่มความร้อนให้กับวัตถุนั้น สิ่งที่ต้องระมัดระวังเกี่ยวกับการสังเกตการกระทำนั้นคือ ลักษณะของสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และลำดับก่อนหลังของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ข้อเสนอแนะในการสังเกต

ในการสังเกตนั้น นอกจากเราต้องพยายามสังเกตตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ควรสังเกตหลายๆครั้งอย่างละเอียดรอบคอบแล้ว ยังมีข้อเสนอแนะที่ควรคำนึงถึง ดังนี้

- 1) ควรพยายามใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างในการสังเกต
- 2) ควรสังเกตให้ได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ
- 3) ข้อมูลจากการสังเกตต้องไม่ลงความคิดเห็นส่วนตัวลงไป
- 4) ถ้าเป็นไปได้ควรสังเกตข้อมูลจากการทดลอง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสมบัติของสิ่งที่สังเกต หรือเพื่อดูผลของสิ่งที่เราสังเกตที่มีต่อสิ่งอื่น

2. ทักษะการวัด

การวัด เป็นทักษะกระบวนการในการใช้เครื่องมือเกี่ยวกับปริมาณต่างๆที่ต้องการทราบ ค่าปริมาณที่ได้จากการวัดเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับ หลักการ และกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการวัด จึงเป็นทักษะที่สำคัญมาอย่างหนึ่งสำหรับการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

ลอร์ด เคลวิน กล่าวว่า "เมื่อศึกษาสสารหรือวัตถุใดก็ตาม ถ้าไม่สามารถทำการวัดหรือแสดงเป็นตัวเลขออกมาได้ ก็ไม่มีแนวคิดที่จะนำข้อมูลไปศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์ไปได้" บางครั้งการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องทำการวัด เพราะข้อมูลที่ต้องการเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ

เพียงอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่เราสังเกตได้โดยผ่านประสาทสัมผัสของเรานั้น บางครั้งก็เชื่อถือไม่ได้และไม่ถูกต้อง ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือต่าง ๆ ทำการวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต ข้อมูลที่ได้จากการวัดส่วนมากจะต้องมีหน่วยกำกับเสมอและหน่วยที่ใช้กันอยู่เป็นสากล คือหน่วยเอสไอ (System International of Unites : SI) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมีอยู่หลายชนิดจากเครื่องมือธรรมดาและง่าย เช่น ไม้บรรทัดไปจนถึงเครื่องมือที่สลับซับซ้อน เช่น ไมโครคอมพิวเตอร์ ฉะนั้นการวัดด้วยเครื่องมือเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะการวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลตัวเลขที่ถูกต้องและเหมาะสม

3. ทักษะการคำนวณ

การคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่แสดงตัวเลขซึ่งได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดย การนับ บวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจน หรือเป็นข้อมูลที่มีความหมายเชิงสถิติ เพื่อประโยชน์ในการแปลความหมายและสรุปผลต่อไป

4. ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภท คือความสามารถในการแบ่งสิ่งของโดยหาเกณฑ์ (Criteria) หรือสร้างเกณฑ์ในการแบ่งขึ้น เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดประเภทของสิ่งของมี 3 เกณฑ์ คือ ความเหมือน (Similarities) ความแตกต่าง (Difference) และความสัมพันธ์ร่วม (Interrelationships) ซึ่งแล้วแต่จะเลือกเกณฑ์ใดเป็นเกณฑ์ และควรสร้างความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นด้วยว่าของสิ่งนั้นในเวลาเดียวกัน จะอยู่ได้เพียงประเภทเดียวเท่านั้น คือ อยู่ในประเภทหนึ่งแล้วจะอยู่ในอีกประเภทหนึ่งไม่ได้เป็นอันขาด

ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะการจำแนกประเภท ผู้เรียนต้องเริ่มต้นด้วยการจำแนกกลุ่มสิ่งของออกเป็น 2 พวกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างใดอย่างหนึ่ง จากนั้นจึงแบ่งต่อไปตามเกณฑ์ที่กำหนดเป็นครั้งที่สอง และทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งสามารถระบุวัตถุนั้นจากวัตถุที่มีอยู่จำนวนหนึ่งได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา

มิติของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างบริเวณวัตถุนั้นครองอยู่ซึ่งมีรูปร่างลักษณะ

เช่นเดียวกับวัดถุนั้น โดยทั่วไปมิติของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาวและความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุ ได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ เช่นถ้าฉายไฟไปที่วัตถุทรงกระบอก จะเกิดเงาเป็นรูปวงกลมหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา คือการหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา เช่น วิ่งได้ระยะทาง 100 เมตร ในเวลา 5 นาที เป็นต้น

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลนี้อาจได้มาโดยการสังเกต การวัดหรือการทดลอง เมื่อได้ข้อมูลมาชุดหนึ่ง ข้อมูลชุดนี้อาจเป็นประโยชน์กับเราไม่มากนัก จำเป็นต้องใช้กระบวนการทางความคิดเพื่อหาความหมายของข้อมูลที่ได้เหล่านั้น

การลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันอาจแตกต่างกัน เพราะมีประสบการณ์ต่างกัน ดังนั้นเมื่อนักวิทยาศาสตร์พบวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ มักจะลงความคิดเห็นจากข้อมูล อาจเป็นไปได้หลายอย่าง ต่อจากนั้นจะมีการตรวจสอบว่าการลงความคิดเห็นจากข้อมูลข้อใดมีเหตุผลสนับสนุนเพียงพอ ในบางกรณี อาจมีการทดสอบการลงความคิดเห็นจากบางส่วนเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานที่รัดกุมต่อไป

การลงความคิดเห็นจากข้อมูลต่างกับการทำนาย ในแง่ที่ว่า การลงความคิดเห็นจากข้อมูลไม่บอกเหตุการณ์ในอนาคต เป็นเพียงการอธิบายหรือหาความหมายของข้อมูล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยเท่านั้น

7. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล

การสื่อความหมายข้อมูลหมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองหรือจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น จนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ดังนั้นการสื่อความหมาย จึงเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่ไม่เพียงแต่จะใช้ในสาขาวิทยาศาสตร์เท่านั้น ยังสามารถนำไปใช้ในกิจการอย่างอื่นได้ด้วย ในทางวิทยาศาสตร์อาจทำได้หลายรูปแบบ คือ

7.1) คำพูดหรือคำบรรยาย หมายถึง ข้อความที่รัดกุมชัดเจนที่แสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันในแง่เหตุผล

7.2) สัญลักษณ์ หมายถึง ตัวอักษรหรือเครื่องหมายที่ตกลงกันไว้ เพื่อแทนข้อความบางอย่างให้รัดกุม สะดวกและง่ายต่อการเข้าใจยิ่งขึ้น

7.3) สมการทางวิทยาศาสตร์ ในบางครั้งการสื่อความหมายโดยการพูดหรือการบรรยายยังฟังไม่รัดกุมและง่ายต่อการเข้าใจ แต่ถ้าใช้สมการทางวิทยาศาสตร์จะง่ายต่อการเข้าใจ

7.4) แผนภาพ เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในแผนภาพ โดยปกติแล้วแผนภาพมักจะแสดงให้เห็นเฉพาะส่วนที่เป็นหลักการหรือส่วนสำคัญเท่านั้น โดยเว้นส่วนที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยทั้งหลายไว้ ดังนั้นแผนภาพจึงเป็นแผนภาพที่ง่ายไม่ซับซ้อน แต่ก็ยังแสดงให้เห็นส่วนสำคัญของเรื่องนั้นๆ

7.5) แผนที่ หมายถึง แผนภาพที่แสดงอาณาเขต หรือบริเวณพื้นที่เอาไว้ เพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงของส่วนต่างๆของข้อมูลบริเวณพื้นที่นั้นๆ เช่น แผนที่ทางอากาศแสดงทิศทางของกระแสลม เป็นต้น

7.6) รูปภาพ ซึ่งอาจเกิดจากการวาดหรือถ่ายจากของจริง เพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลต่างๆ เช่นรูปภาพแสดงทางเดินของน้ำผ่านทางรากเข้าไปในท่อลำเลียงน้ำของพืช

7.7) ตาราง เป็นการเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหรือทดลอง แทนที่จะเขียนกระจัดกระจาย ก็เขียนลงในตารางให้เป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกในการดูและง่ายต่อการเข้าใจ

7.8) กราฟ เป็นการเสนอข้อมูลเพื่อสะดวกในการดูและง่ายต่อการแปลความหมาย จะเห็นว่า การสื่อความหมายข้อมูลทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งจะเลือกรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะข้อมูล วัตถุประสงค์ของงานที่ศึกษา เพื่อสะดวกและง่ายต่อการแปลความหมายและสรุปข้อมูลในขั้นต่อไป

8. ทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์

การทำนาย หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ อาศัยหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นๆ มาช่วยการทำนาย อาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และนอกขอบเขตของข้อมูล (Extrapolating) เมื่อได้ข้อมูลมาชุดหนึ่งเราต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้แล้ว เราก็สามารถทำนายค่าต่างๆ

ที่อยู่ภายในขอบเขตของข้อมูลและอยู่นอกขอบเขตของข้อมูล โดยใช้วิธีคำนวณหาคำตอบจากข้อมูลในตารางหรือกราฟ

เราสามารถทดสอบผลของการทำนายได้โดยการสังเกตซ้ำอีกเพราะการทำนาย เป็นการคาดคะเนผลการสังเกตในอนาคตเป็นอย่างไรนั่นเองการทำนายจะอยู่บนพื้นฐานความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตได้ ดังนั้นการทำนายจะเที่ยงตรงแม่นยำได้ ก็ต่อเมื่อสังเกตได้อย่างละเอียดรอบคอบและระมัดระวัง

การทำนายที่มั่นใจในผลที่สุด คือ การทำนายที่ตัวแปรต่างๆถูกควบคุมให้คงที่ ให้เปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเท่านั้น และถือว่าในการทำนายในขอบเขตของข้อมูล มีพื้นฐานในการทำนายที่เชื่อถือได้ มากกว่าการทำนายภายนอกขอบเขตของข้อมูลนั้น ยิ่งห่างจากจุดสังเกตสุดท้ายมากเท่าไรก็จะเชื่อถือได้น้อยลงเท่านั้น

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัย การสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบล่วงหน้านี้ ไม่ทราบผล หรือยังไม่มีหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ซึ่งอาจถูกหรือผิดก็ได้จะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ถ้ามีข้อมูลที่ได้จากการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริงแล้ว ก็จะพัฒนาเป็นกฎหลักการ หรือทฤษฎีแล้วแต่กรณี

สมมติฐานที่ดี ควรมีขอบเขตกว้างขวาง ครอบคลุมประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหามากที่สุดเท่าที่จะทำได้ วิธีหนึ่งที่ใช้พิจารณาว่าข้อความใดเป็นสมมติฐานหรือไม่ โดยการนำข้อความนั้นมาเขียนในรูปของประโยคถ้า...แล้วจะ...หรือเมื่อ...แล้ว...ถ้าเขียนได้ข้อความนั้นก็จะเป็นสมมติฐาน

10. ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ

นิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของค่าต่างๆให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้

นิยามเชิงปฏิบัติการควรให้ความหมายให้รัดกุมและเหมาะสมกับระดับการศึกษา ประกอบด้วยสาระสำคัญ 2 ประการ คือ

- 1) ระบุสิ่งที่สังเกตได้
- 2) ระบุการกระทำ ซึ่งอาจจะได้จากการวัด การทดสอบ หรือการทดลอง สิ่งที่ควรคำนึงในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ คือ
 - (1) ควรใช้ภาษาที่ชัดเจน ไม่กำกวม
 - (2) จะต้องอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำไว้ด้วย
 - (3) อาจมีนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยาม ขึ้นอยู่กับสถานการณ์สิ่งแวดล้อมและเนื้อหาในบทเรียน

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ที่ต้องควบคุมในสมมติฐาน ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า มันส่งผลให้เกิดเหตุการณ์นั้นๆจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นมีค่าเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนไปด้วย ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งที่เรายังไม่สนใจที่จะศึกษาซึ่งอาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน ไม่เช่นนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่นๆที่ยังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่ เพื่อมิให้ตัวแปรเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

12. ทักษะการทดลอง

การทดลอง เป็นกระบวนการที่รวมเอากระบวนการต่างๆได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่ ก่อนการทดลองนั้นจะต้องมีปัญหามาจากปัญหานี้ จะทำให้เราแยกประเภทตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องว่ามีอะไรบ้าง แล้วจึงเลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องมาตั้งสมมติฐาน ต่อมาจึงถึงขั้นออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมตัวแปร เลือกวัสดุที่เหมาะสมแล้วดำเนินการทดลองต่อไป

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบรรยายลักษณะหรือสมบัติของตัวแปร ข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบแผนภูมิ ตาราง รูปภาพ และอื่นๆรวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ทักษะการแปลความหมายข้อมูลนั้น จะนำไปสู่การทำนาย การลงความคิดเห็นจากข้อมูลหรือการตั้งสมมติฐาน ส่วนการลงข้อสรุป เป็นการนำเอาผลของความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด มาสรุปให้

เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

2.3.3 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องประเมินความสามารถของนักเรียน ในการแสดงพฤติกรรมออกมาเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมชัย (2532) ได้กำหนดความสามารถของนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมออกมา เมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกต

1.1) บรรยายลักษณะและสมบัติของสิ่งต่างๆ จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้

1.2) บรรยายลักษณะและสมบัติของสิ่งต่างๆ ในเชิงปริมาณ โดยการกะประมาณได้

1.3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

1.4) ชี้และระบุข้อมูลการสังเกตจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้

2) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด

2.1) เลือกเครื่องมือสำหรับวัดได้

2.2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือสำหรับวัดได้

2.3) บอกวิธีวัดและใช้เครื่องมือสำหรับวัดได้

2.4) ทำการวัดค่าปริมาณต่างๆ ได้

2.5) ระบุนิยามของตัวเลขจากการวัดได้

3) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณ

3.1) นับจำนวนและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3.2) เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนที่นับได้

3.3) คิดคำนวณค่าต่างๆ ได้

4) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการจำแนกประเภท

4.1) เรียงลำดับหรือแบ่งกลุ่มของสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองหรือเกณฑ์ของผู้อื่นได้

4.2) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้ในการเรียงลำดับหรือจำแนกได้

5) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา

- 5.1) บอกจำนวนมิติของรูปหรือของสิ่งต่างๆได้
- 5.2) บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตต่างๆได้
- 5.3) วาดรูป และรูปทรงเรขาคณิตต่างๆได้
- 5.4) บอกจำนวนเส้นสมมาตร หรือระนาบสมมาตรของรูป 2 มิติ หรือรูป 3 มิติได้
- 5.5) บอกรูป 3 มิติ ที่มองเห็นจากการหมุนรูป 2 มิติได้
- 5.6) บอกเงา(รูป 2 มิติ) ของวัตถุต่างๆเมื่อเห็นวัตถุนั้นๆได้
- 5.7) บอกรูป 2 มิติที่เกิดจากการตัดรูปทรง 3 มิติได้
- 5.8) บอกความสัมพันธ์ระหว่างขนาด รูปร่างของวัตถุและเวลาได้
- 5.9) บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุหรือสิ่งต่างๆได้
- 5.10) บอกระยะทาง ความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยเทียบกับสิ่งอ้างอิงต่างๆได้
- 5.11) เขียนแผนผังแสดงตำแหน่ง ระยะทาง ความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆได้
- 5.12) บอกความสัมพันธ์ ระหว่างภาพที่ปรากฏในกระจกเงากับสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงาได้

6) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็น

- 6.1) อธิบายหรือสรุปความเห็นเพิ่มเติม เกี่ยวกับข้อมูลที่สังเกตได้อย่างมีเหตุผลโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ของตนเอง

7) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการสื่อความหมายข้อมูล

- 7.1) พูดหรือเขียนบรรยายเพื่อสื่อความหมายของสิ่งต่างๆได้
- 7.2) เขียนแผนผังแสดงตำแหน่งสถานที่หรือสิ่งต่างๆได้
- 7.3) จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับ จำแนกประเภท หาความถี่ หรือคิดคำนวณได้
- 7.4) เลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลได้
- 7.5) บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่นำเสนอข้อมูลได้
- 7.6) ออกแบบการนำเสนอข้อมูลได้

- 8) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์
 - 8.1) คาดคะเนผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลได้
 - 8.2) คาดคะเนผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลได้
 - 8.3) จัดลำดับความเชื่อมั่นในความถูกต้องของผลการพยากรณ์ของตนเองได้
 - 8.4) บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดลำดับความเชื่อมั่นในการพยากรณ์ได้
- 9) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 9.1) ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้
- 10) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 10.1) บอกความหมายของคำหรือข้อความ ให้มีความชัดเจนจนสามารถสังเกตหรือวัดได้
- 11) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 11.1) ระบุตัวแปรอิสระและตัวแปรตามจากสมมติฐานได้
 - 11.2) ระบุตัวแปรที่จะต้องควบคุมในการทดลองได้
- 12) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง
 - 12.1) ระบุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้
 - 12.2) กำหนดขั้นตอนในการทดลองได้
 - 12.3) ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ได้
 - 12.4) บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง
- 13) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
 - 13.1) แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้
 - 13.2) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์เนื้อหากลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง พืช และหน่วยย่อยที่ 3 เรื่อง สัตว์ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจะได้ฝึกปฏิบัติในชุดการสอนมี 10 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการจำแนกประเภท
3. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
4. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล
5. ทักษะการพยากรณ์หรือการทำนาย
6. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
7. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
8. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
9. ทักษะการทดลอง
10. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.4.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

Nunnally (อ้างถึงในเดชา, 2535) สรุปความหมายอันประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) เป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือเกิดจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ไม่ใช่สิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด
- 2) เป็นสภาพการณ์ทางจิตใจ ที่มีอิทธิพลต่อความคิดและการกระทำของแต่ละบุคคล เพราะเป็นส่วนประกอบที่กำหนดแนวทางไว้ว่าตัวบุคคลประสบสิ่งใดแล้วบุคคลนั้นจะมีท่าทีต่อสิ่งนั้นในลักษณะอันจำกัด
- 3) เป็นสภาพการณ์ทางจิตใจ ที่มีแนวโน้มค่อนข้างจะถาวรพอสมควร ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละบุคคลต่างก็ได้สะสมประสบการณ์ การรับรู้ การผ่านการเรียนรู้มาเป็นอันมาก อย่างไรก็ตามเจตคติทางวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนแปลงได้อันเนื่องมาจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้

สรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่มีอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ การเป็นคนที่มีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบ มีความซื่อสัตย์ มีความกระตือรือร้น มีใจกว้างและเต็มใจรับฟังความคิดเห็นใหม่ๆ เพื่อนำไปสู่การทำงานที่มีประสิทธิภาพ และนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.4.2 คุณสมบัติของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

Heiss (อ้างถึงใน เดชา, 2535) กล่าวว่า บุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

- 1) มีความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆตัว
- 2) เชื่อว่าผลลัพธ์ต่างๆย่อมเกิดจากเหตุแห่งธรรมชาติ
- 3) มีความใจกว้างพอที่จะรับฟังความจริงใหม่ๆ
- 4) ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล
- 5) กำหนดผลที่จะได้รับโดยไม่ใช่โชคกลางหรือคำทำนายที่ไร้เหตุผล
- 6) ไม่เต็มใจที่จะยอมรับข้อเท็จจริงอันปราศจากข้อพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
- 7) พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อเมื่อมีหลักฐานใหม่มาสนับสนุน
- 8) ยอมรับนับถือในความคิดเห็นของผู้อื่นๆ
- 9) รักษาความซื่อตรง มีความอดทน มีความสม่ำเสมอ ยุติธรรมและ

ละเอียด

Souder (อ้างถึงใน เดชา, 2535)กล่าวถึงลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) มีระเบียบในการดำเนินชีวิต
- 2) รู้จักสังเกต
- 3) ไม่ลำเอียงในการทดลอง บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริง
- 4) ระมัดระวังความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและรู้วิธีป้องกัน
- 5) เลือกสรรข่าวสารที่ได้รับ
- 6) มีความพร้อมที่จะหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ
- 7) มีความเต็มใจที่จะทดสอบความจริง
- 8) มีใจกว้างขวาง
- 9) สรุปสิ่งต่างๆเมื่อมีหลักฐานและข้อเท็จจริงเพียงพอ
- 10) มีทักษะในการตั้งสมมติฐาน

Haney (อ้างถึงใน เดชา, 2535) แบ่งเจตคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- 1) เจตคติที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์
- 2) เจตคติเกี่ยวกับการยอมรับความคิดเห็นใหม่ๆ
- 3) เจตคติเกี่ยวกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์
ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) สรุปลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ไว้ดังนี้

- 1) มีเหตุผล
 - 1.1) เชื่อในความสำคัญของเหตุผล
 - 1.2) ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนายหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆที่ไม่สามารถอธิบายได้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3) แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้น กับผลที่เกิดขึ้น
 - 1.4) ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่างๆนั้นเป็นอย่างไร และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
- 2) มีความอยากรู้อยากเห็น
 - 2.1) มีความพยายามที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม
 - 2.2) ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม
 - 2.3) ช่างซัก-ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นความรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
 - 2.4) มีความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน
- 3) มีใจกว้าง
 - 3.1) ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผล และข้อเท็จจริง
 - 3.2) เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ๆ
 - 3.3) เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น
 - 3.4) ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน
- 4) มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
 - 4.1) สิ่งเกิดและบันทึกผลต่างๆโดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ
 - 4.2) ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจและการเมืองเข้ามาเกี่ยวข้องกับ การตีความผลงานต่างๆทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3) ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัว มามีอิทธิพลเหนือการตัดสินใจใดๆ

- 4.4) มีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์
- 4.5) เป็นผู้ซื่อตรง อุดมคุณ ยุติธรรมและละเอียดรอบคอบ
- 5) มีความเพียรพยายาม
 - 5.1) ทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์
 - 5.2) ไม่ท้อถอยเมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว
 - 5.3) มีความตั้งใจ
- 6) มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ
 - 6.1) ใช้วิจารณญาณก่อนที่จะมีการตัดสินใจใดๆ
 - 6.2) ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าไม่จริงในทันที ถ้ายังไม่มี การพิสูจน์ที่เชื่อถือได้

6.3) หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

จากคุณลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีต่างๆ ที่นำเสนอแล้วนั้น ผู้วิจัยได้นำลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนด โดยคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย มาเป็นแนวทางในการศึกษาครั้งนี้

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.5.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษา ให้ความหมายไว้ดังต่อไปนี้

Mc Candless and Evan (อ้างถึงในสุมาลี, 2525) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงพฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการ และผลผลิต โดยนำความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหรือเหตุการณ์มาประกอบกัน แล้วตั้งและทดสอบสมมติฐานแล้วใช้ทักษะกระบวนการสื่อความหมาย ผลผลิต ที่แปลกใหม่มีคุณภาพ เสนอผู้อื่นทราบและยอมรับได้

Torrance (อ้างถึงในสุเทพ, 2526) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล ที่ไม่สมบูรณ์โดยพยายามคิดหรือสร้างสมมติฐานต่อจากนั้นจึงทดลองเพื่อทดสอบ สมมติฐาน แล้วสามารถสื่อความหมายผลที่ได้รับกับผู้อื่นได้

Piltz and Sun (อ้างถึงในประจิต, 2530) ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของการคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ การแก้ปัญหาโดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเน้นถึงความคิดริเริ่มแล้วยังเน้นถึงความคิดริเริ่มในการพัฒนา เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่ ๆ และควมมีคุณค่า

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการนำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางในการคิดสิ่งแปลกๆใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์ โดยมีความสามารถในการด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม เป็นส่วนประกอบ

2.5.2 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกถึงความเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ มีหลายคนสรุปไว้ดังต่อไปนี้

Anderson และคณะ (อ้างถึงในประจิต, 2530) ได้กล่าวถึงบุคลิกลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

- 1) พอใจที่จะทำงานยากๆ ชอบทำงานหลายชนิด
- 2) มีความพยายามที่จะติดตามปัญหา
- 3) มีพลังงานจำนวนมากที่จะใช้ในเชิงวิชาการ
- 4) สนุกที่จะได้คิด ยอมรับในสิ่งที่ท้าทายความสามารถ
- 5) มีความพอใจที่จะทำงานฝีมือพอๆกับการใช้ความคิด
- 6) ต้องการที่จะขยายความคิด
- 7) ชอบตั้งคำถามว่าอย่างไร ทำไม
- 8) ไม่ชอบการแนะนำที่มากเกินไป
- 9) ไม่ด่วนสรุปเหตุการณ์ต่างๆ แต่ต้องการที่จะสำรวจสิ่งนั้นให้แน่ชัด

เสียก่อน

- 10) ต้องการที่จะตอบปัญหาในรูปแบบต่างๆ

11) ไม่กังวลใจกับความไม่ถูกต้องหรือการผิดพลาด แต่ต้องการทราบถึงสาเหตุการผิดพลาด

Guilford (อ้างถึงในวรวิศรา, 2532) กล่าวว่า ลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ จะประกอบไปด้วยความสามารถในการ วินิจฉัยปัญหา การรวบรวมความคิด สิ่งใหม่ๆและการประเมินสิ่งต่างๆ

Cropley (อ้างถึงใน ชูเกียรติ, 2534) กล่าวว่า " ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะประกอบไปด้วยคุณลักษณะ 4 ประการ คือ มีประสบการณ์ที่กว้างขวาง มีความพร้อมที่จะเสี่ยง มีความพร้อมที่จะก้าวไปข้างหน้า และมีความสามารถที่จะยืดหยุ่นความคิดไว้อย่างคล่องแคล่วในระดับสูง"

นาตยา (อ้างถึงในกรมวิชาการ, 2534) กล่าวว่า " ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ โดยปกติมักเป็นบุคคลเจียบ ๆ ไม่ค่อยชอบแสดงออก แต่เมื่อใดที่มีโอกาสแสดงออก เขาจะสื่อให้เห็นความคิดที่มีผลผลิต มีปัญญาและมีคุณค่า ชอบอยู่ตามลำพังไม่ชอบสมาคมจึงมักมีเพื่อนสนิทอยู่เพียงไม่กี่คนเป็นคนไม่ค่อยสนใจความคิดเห็นของผู้อื่น มักตัดสินใจด้วยตนเอง และชอบที่จะทดลองทำสิ่งใหม่ๆโดยไม่กลัวการล้มเหลว ชอบเฝ้าหาความรู้และประสบการณ์ สนใจในทุกสิ่ง ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์มักเป็นบุคคลที่มีบุคลิกภาพหลาย ๆ อย่าง บางครั้งอาจขี้เกียจ บางครั้งก็ขยัน บางทีก็สนใจทุกสิ่งทุกอย่าง บางทีก็ไม่สนใจอะไรเลยและมีอารมณ์สนุกสนาน ขณะเดียวกันก็อาจเคร่งเครียดได้"

จากคุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่ได้กล่าวมา แสดงให้เห็นว่า ผู้ที่จัดว่ามีความคิดสร้างสรรค์นั้น มักเป็นผู้ที่ชอบการเปลี่ยนแปลง ชอบที่จะทดลองทำสิ่งใหม่ๆ กล้าที่จะคิดและตัดสินใจด้วยตนเอง โดยไม่ค่อยยอมตามคนอื่นง่ายๆ ดังนั้นจึงอาจจะสรุปได้ว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้น มักเป็นผู้ที่มีบุคลิกหลายๆอย่างอยู่ในตัวคนเดียว

2.5.3 การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อาจทำได้ทั้งทางตรงโดยการสอนและการฝึกอบรม หรือโดยทางอ้อม โดยการจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ (กรมวิชาการ, 2534)

หลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางอ้อม มีดังนี้

- 1) ยอมรับคุณค่าและความสามารถของบุคคลอย่างไม่มีเงื่อนไข
- 2) ให้ความสนใจและเห็นใจในตัวของเขาและความรู้สึกของเขา

3) แสดงและเน้นให้เห็นว่าความคิดของเขามีคุณค่า และสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์

4) อย่ากำหนดแบบเพื่อให้ทุกคนมีความคิดและบุคลิกภาพเดียวกัน

5) อย่าสนับสนุน หรือให้รางวัลเฉพาะผลงานที่มีผู้ทดลองทำเป็นที่ยอมรับกันแล้ว ควรให้ผลงานแปลกใหม่มีโอกาสได้รับรางวัลและคำชมเชยบ้าง

6) ส่งเสริมให้ใช้จินตนาการของตนเอง โดยยกย่องชมเชย เมื่อมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

7) กระตุ้นและส่งเสริมเพื่อให้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง

8) ส่งเสริมให้ถามและให้ความสนใจต่อคำถาม รวมทั้งชี้แนะแหล่ง

คำตอบ

9) ตั้งใจและเอาใจใส่ความคิดแปลกๆของเขาด้วยใจเป็นกลาง

10) พึงระลึกเสมอว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ต้องใช้เวลาและค่อยเป็นค่อยไป

Torrance (อ้างถึงในวิศรุต, 2532) ได้เสนอหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1) ส่งเสริมให้เด็กถามและให้ความสนใจต่อคำถาม

2) เอาใจใส่และสนใจต่อคำถามที่แปลกใหม่ พร้อมทั้งชี้แนะแนวทาง

ในการหาคำตอบ

3) ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้เด็กมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้วยตนเองให้มากขึ้น

4) ส่งเสริมให้ใช้จินตนาการด้วยตนเอง ให้คำชมเชย เมื่อเด็กมีจินตนาการที่แปลกและมีประโยชน์

5) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเด็กจะต้องค่อยเป็นค่อยไป

6) เปิดโอกาสให้เด็กเรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ โดยไม่ต้องใช้วิธีการขู่ด้วยคะแนนหรือการสอบ

บรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เป็นบรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับและการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระจะช่วยให้เขาได้พบความคิดใหม่ๆ และสามารถพัฒนาศักยภาพทางด้านความคิดสร้างสรรค์ให้เจริญก้าวหน้าตามขีดความสามารถของเขาแต่เราก็ไม่สามารถช่วยให้เขาเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นเอง จำเป็นต้องกระตุ้นและส่งเสริมด้วยวิธีการและเทคนิคต่างๆ

2.5.4 แนวการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นให้เด็กฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนช่วยชี้แนวทางและอำนวยความสะดวก จะเอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างยิ่ง และความคิดสร้างสรรค์นี้เป็นสิ่งที่พัฒนาได้ตั้งแต่เด็กๆ ความคิดประเภทนี้หากไม่ได้รับการส่งเสริมให้ทันการแล้วอาจจะลดน้อยถอยลงไปตามลำดับ (สภานี้, 2535)

Waston (อ้างถึงในสุมาลี, 2525) ให้ความเห็นว่าการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ต้องคำนึงถึงเนื้อหาของหลักสูตรและวิธีสอน วิธีสอน ควรเป็นแบบสืบสวนหรือการทดลองที่เปิดกว้างให้นักเรียนได้คิด ในการสร้างสถานการณ์การเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูควรมีความคิดที่ยืดหยุ่นและเขาได้รวบรวมกลวิธีการสอนสำหรับครู เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กไว้ดังนี้

- 1) ครูควรให้อิสระแก่นักเรียนในการถามและอภิปรายปัญหาต่างๆ
- 2) ครูควรฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีใจกว้าง
- 3) ครูควรกระตุ้นให้นักเรียน มีความคิดแบบวิจารณ์ญาณ และความคิดแบบวิเคราะห์
- 4) ครูควรให้อิสระแก่นักเรียนในการจัดกิจกรรม หรือเลือกเนื้อหาพอสมควร
- 5) นักเรียนควรมีอิสระจากทางบ้าน ชุมชน และฝ่ายบริหารของโรงเรียนพอสมควร
- 6) ครูควรให้อิสระในการศึกษาหัวข้อที่นักเรียนชอบ
- 7) ครูควรจัดประสบการณ์ต่างๆเกี่ยวกับการปฏิบัติการให้มากพอที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหา
- 8) ครูควรตั้งใจที่จะรับคำแนะนำของนักเรียน
- 9) กระตุ้นให้นักเรียนกล้าที่จะลองผิดลองถูก
- 10) น่าจะได้มีการแลกเปลี่ยนครูวิทยาศาสตร์ระหว่างโรงเรียนต่างๆ หรือมีการศึกษาดูงานซึ่งกันและกันบ้าง
- 11) ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้แหล่งความรู้ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น บุคลากรหรือเอกสารต่างๆให้เป็นประโยชน์มากที่สุด

- 12) ครูควรมีความสามารถในการสอนทั้งแบบอนุमानและแบบอุปมาน
- 13) ครูควรมีความสามารถ ที่จะยอมรับและเข้าใจความคิดของนักเรียนแม้ว่าจะตรงกันข้ามกับความคิดของครูก็ตาม
- 14) ครูควรใจกว้างและเปลี่ยนความคิด เมื่อนักเรียนมีหลักฐานที่ดีกว่ามายืนยัน
- 15) ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนบางกลุ่มที่ไม่ค่อยแสดงออก ให้แสดงออกให้มากขึ้น
- 16) ครูควรใช้หรือนำความคิดของนักเรียน ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างมโนทัศน์หรือส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า
- 17) ครูไม่ควรแสดงกิริยาอาการข่มขู่นักเรียน
- 18) ครูควรยอมรับในความสำเร็จของนักเรียนแต่ละคนและของชั้น
- 19) ครูควรมีความเข้าใจวัตถุประสงค์ของบทเรียนอย่างชัดเจน
- 20) ครูควรสอนอย่างกระตือรือร้น
- 21) ครูควรจัดการเวลาให้พอดีกับเนื้อหาที่จะสอนในแต่ละวัน
- 22) ครูควรมีความไว้วางใจ ในอันที่จะรับรู้ความสามารถ และความสนใจของนักเรียน
- 23) ครูควรประเมินวัตถุประสงค์ต่างๆ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

Roger (อ้างถึงในสมาลี, 2525) พบว่านอกจากหลักสูตรและวิธีสอนแล้ว บรรยากาศในการเรียนการสอนก็มีส่วนสำคัญเช่นกัน จากแนวความคิดของเขาเห็นว่า ลักษณะความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาได้ เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีอิสระในการแสดงออกได้รับการยอมรับจากกลุ่ม ไม่ถูกควบคุมจากระเบียบวินัยที่เคร่งครัดเกินไป ตลอดจนการส่งเสริมให้แต่ละคนรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อาจจะถูกหยุดยั้งลงได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่ถูกจำกัด

2.5.5 กิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ประทุม (2535) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีลักษณะที่เอื้ออย่างยิ่งที่ครูจะสามารถจัดกิจกรรม เพื่อช่วยส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน นอกจากการจัดบรรยากาศให้มีสภาพการณ์ที่เอื้อแล้ว กิจกรรมที่ควรจัดให้กับนักเรียนมีดังต่อไปนี้

1) การฝึกโดยใช้คำถาม ลักษณะของคำถามควรจะช่วยให้ให้นักเรียนใช้ความคิดหรือจินตนาการ ให้คิดได้มากและไม่ซ้ำใคร เช่น การสมมติเหตุการณ์ การแก้ปัญหา การคิดประดิษฐ์ การค้นคว้าทดลอง เป็นต้น

2) การจัดประกวดสิ่งประดิษฐ์ สิ่งประดิษฐ์ที่ประกวดนั้น ควรเป็นการประดิษฐ์ที่ง่ายๆ ซึ่งอาจทำจากวัสดุเหลือใช้ ส่วนการประกวดนั้นอาจแยกเป็นประเภทสวยงาม ประเภทแปลกใหม่หรือประเภทประสิทธิภาพการใช้งาน เป็นต้น

3) การใช้ภาพปริศนา ครูอาจใช้ภาพกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบ เช่น การตั้งชื่อภาพหรืออาจถามว่า ภาพที่เห็นนั้นทำให้นักเรียนนึกถึงอะไรได้บ้าง จากภาพอะไรจะเกิดขึ้น เป็นต้น

4) การระดมพลังสมอง ครูอาจให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาแล้วให้นักเรียนระดมพลังสมองเพื่อแก้ปัญหา วิธีการนี้ทำให้นักเรียนมีโอกาสร่วมกันคิดกิจกรรมนี้ใช้แพร่หลาย คือ กิจกรรมคิดตัดสินใจ

5) การใช้ปริศนาคำทาย กิจกรรมนี้ใช้เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกตอบใช้ความคิด ไหวพริบเพื่อพิจารณาคำถามเพื่อหาคำตอบ เช่น อะไรเอ๋ยแก้วfallลงโคลนกระโจนลงน้ำ (กล้วยแขก) เป็นต้น

6) การแต่งนิยายวิทยาศาสตร์จากภาพที่กำหนด เช่น ภาพภูเขา ดวงจันทร์ จานบิน มนุษย์หรือสัตว์แปลกๆ แล้วให้นักเรียนจินตนาการแต่งเป็นนิยายหรือนิทาน เป็นต้น

7) การออกแบบต่อภาพ ตามความคิดอย่างอิสระ เช่น ชุดภาพรูปเหลี่ยมต่างๆ นักเรียนจะต่อเป็นภาพอะไรก็ได้พร้อมตั้งชื่อภาพที่ต่อได้

8) การศึกษานอกสถานที่เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงจากของจริง เป็นการสร้างสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่แปลกใหม่นักเรียนจะสนุกสนาน ตื่นเต้น จากสิ่งที่ไม่เคยเห็นในห้องเรียน ทำให้มีอิสระในการคิด

2.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

ความคงทนในการเรียนรู้ (Retention) คือ การคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือเคยมีประสบการณ์รับรู้มาแล้ว จากที่ได้ทั้งระยะไว้ช่วงเวลาหนึ่ง

Gange' (อ้างถึงในพจนีย์, 2529) ได้อธิบายขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้และการจำดังนี้

1) ขั้นการจูงใจ (Motivation Phase) เป็นการชักจูงให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้

2) ขั้นทำความเข้าใจ (Apprehending Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า

3) ขั้นการเรียนรู้ (Acquisition Phase) เป็นขั้นตอนที่มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เพื่อตอบสนองผลของสิ่งเร้า เกิดเป็นความสามารถอย่างใหม่ขึ้น

4) ขั้นเก็บไว้ในความจำ (Retention Phase) เป็นขั้นตอนที่นำเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วเก็บไว้ในส่วนของความจำเป็นช่วงเวลาหนึ่ง

5) ขั้นการรื้อฟื้น (Recall Phase) เป็นขั้นที่นำเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วและเก็บเอาไว้ ออกมาใช้ในลักษณะของพฤติกรรมที่สังเกตได้

ชัยพร (2520) ได้แบ่งลำดับขั้นของการเรียนรู้เกี่ยวกับความจำออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นการเสนอสิ่งเร้า เป็นการเสนอสิ่งเร้าที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2) ขั้นกิจกรรมแทรก เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอื่นที่สอดแทรกระหว่างขั้นเสนอสิ่งเร้ากับขั้นการทดสอบ

3) ขั้นการทดสอบ เป็นขั้นที่บ่งชี้ว่าผู้เรียนได้จำสิ่งที่เรียนไปแล้วมากน้อยเพียงใด วิธีทดสอบความจำทำได้ 3 วิธี คือ

3.1) การจำได้ (Recognition) เป็นการทดสอบความจำโดยการปรากฏสิ่งเร้าที่เคยประสบมาแล้วในอดีตปะปนกับสิ่งเร้าใหม่ๆ แล้วให้ชี้ว่าสิ่งเร้าใดเป็นสิ่งเร้าเดิมได้ถูกต้อง

3.2) การระลึกได้ (Recall) เป็นการระลึกถึงสิ่งที่เคยประสบมาในอดีต โดยไม่ต้องมีสิ่งเร้าเดิมมาปรากฏให้เห็น

3.3) การเรียนซ้ำ (Relearning) เป็นวิธีการเสนอสิ่งเร้าซ้ำๆ ในการเรียนรู้ และวัดผลของการเรียนรู้ด้วยเวลาหรือจำนวนครั้ง

ประเภทของความจำ

ความจำมี 2 ประเภท คือ ความจำระยะสั้น (Short - Term Memory) และความจำระยะยาว (Long - Term Memory)

Atkinson and Shiffrin (อ้างถึงในพจนีย์, 2529) เรียกความจำ 2 ประเภทนี้ว่า " ทฤษฎีความจำ 2 กระบวนการ " (Two - Process Theory of Memory) โดยสรุปย่อได้ดังนี้

- 1) ความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราว
- 2) สิ่งที่จำไว้ในความจำระยะสั้น ต้องได้รับการทบทวนอยู่เสมอ มิฉะนั้นความจำนั้นจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว
- 3) จำนวนสิ่งของที่รับการทบทวนครั้งหนึ่งในความจำระยะสั้น จะมีจำนวนจำกัด จะทบทวนได้เพียง 5-9 สิ่ง ในขณะเดียวกันเท่านั้น
- 4) สิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้น ยิ่งนานเท่าใดก็จะมีโอกาสฝังตัวอยู่ในความจำระยะยาวมากขึ้น
- 5) การฝังตัวในความจำระยะยาว เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีอยู่ในความจำระยะยาวกับสิ่งที่ต้องการจะจำ

กล่าวโดยสรุปแล้ว ความจำระยะยาวคือความคงทนในการจำนั่นเอง ซึ่งหมายถึง ความคงไว้ซึ่งประสบการณ์หรือความรู้ในช่วงเวลาหนึ่ง หลังจากเกิดการเรียนรู้แล้ว

กมลรัตน์ (2528) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการจำว่า การจำจะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

- 1) การเรียนรู้ (Learning) ผู้ที่สามารถจำได้มักเกิดจากการเรียนรู้ที่แท้จริง มีเหตุผลและมีหลักเกณฑ์ สามารถสะสมหรือจำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ นั้นได้
- 2) ความสามารถในการสะสม (Retention) หมายถึงการรวบรวมประสบการณ์ต่างๆซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม
- 3) ความสามารถในการถ่ายทอดได้ (Reproduction) หมายถึง การที่บุคคลสามารถดึงเอาสิ่งที่สะสมอยู่มาใช้ได้ โดยการเล่าหรืออธิบายให้ผู้อื่นฟังได้

เอนกกุล (2522) เสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1) จัดบทเรียนให้มีความหมาย (Meaningfulness) อาจจะได้ โดยการสร้างสื่อสัมพันธ์ (Mediation) การจัดเป็นมโนทัศน์ล่วงหน้า (Advanced Organization) การจัดเป็นลำดับขั้น (Hierarchical Structure) และการจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ (Organization)

2) การจัดสถานการณ์ช่วยต่อการเรียนรู้ อาจจะได้โดยการนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่ฝึกฝนอยู่ การเรียนเพิ่มขึ้น การทบทวนบทเรียน การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ การทอ้งจำ และการใช้จินตนาการ

สรุปได้ว่า ความคงทนในการจำหรือความคงทนในการเรียนรู้ นั้น คือ ผลของการทดสอบความจำในการเรียนรู้หลังจากที่ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริมให้เกิดแก่เด็ก เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอน และการนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

สุปราณี (2518) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนจากชุดการสอนด้วยตัวเองในวิชา วิทยาศาสตร์กับการสอนด้วยการบรรยาย กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 90 คน แบ่ง ออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 90/90 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่เรียน จากชุดการสอนด้วยตนเองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีบรรยาย

สัญญา (2521) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทน ในการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ในด้านการสนองตอบแบบ เปิดเผยและการสนองตอบแบบปิดบังในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน พบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอน ที่ใช้การสนองตอบแบบเปิดเผยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่า กลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอนที่ใช้การสนองตอบแบบปิดบัง

สมศักดิ์ (2521) ทำการศึกษาวิจัยการสร้างชุดการสอนรายบุคคล วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียน ตามปกติ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน

วิมลศรี (2522) สร้างชุดการสอน เรื่องการอนุรักษ์ดินและการอนุรักษ์น้ำ ในการสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ของโครงการส่งเสริมสมรรถภาพการสอนของจุฬาฯ พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยการสอนปกติไม่แตกต่างกัน

ปิยมาภรณ์ (2523) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่อง สัตว์และพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 ซึ่งได้เรียนเรื่องสัตว์และพืช ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 360 คน จัดเป็นอายุต่ำ 158 คน กลุ่มอายุสูง 202 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

พยนต์ (2525) ได้ทำการเปรียบเทียบการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบแก้ปัญหา กับวิธีสอนแบบศูนย์การเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนแบบแก้ปัญหา มีความคงทนในการเรียนรู้แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนแบบศูนย์การเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนจากวิธีสอนแบบแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากวิธีสอนแบบศูนย์การเรียน

สาคร (2528) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดชุมพร ปีการศึกษา 2527 จำนวน 1,247 คน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานคิดเป็นร้อยละ 57.91

หน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานการศึกษาจังหวัดในเขตการศึกษา 7 (2529) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การทดลองสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เขตการศึกษา 7 พบว่า ความก้าวหน้าด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยครูที่สอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยครูสอนตามปกติ

พจน์ย์ (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยวิธีสาธิตเปรียบกับวิธีสาธิต โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ ในการจัดแบ่งกลุ่มทดลอง และทดสอบกลุ่มทดลองก่อนการทดลองสอน เมื่อดำเนินการทดลองสอนเสร็จสิ้น ทำการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้น 4 สัปดาห์ ทำการทดสอบกลุ่มทดลองอีกครั้งด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกัน พบว่า

- 1) ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มสาธิตเปรียบและกลุ่มสาธิตหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
- 2) ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มสาธิตเปรียบและกลุ่มสาธิตไม่แตกต่างกัน
- 3) ความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มสาธิตเปรียบและกลุ่มสาธิตไม่แตกต่างกัน

วิลรัตน์ (2530) ได้ศึกษา ผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านการสังเกตและการจำแนกประเภทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้เกมกับแบบฝึก ทำการศึกษากับนักเรียนที่ผ่านการเรียนอนุบาลมาแล้ว จำนวน 120 คน สุ่มอย่างง่ายมา จำนวน 40 คน แล้วทดสอบความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ ทักษะการสังเกตและการจำแนกประเภท นำคะแนนมาเรียงลำดับเพื่อจับคู่แบบ Match - Subjects จัดเข้ากลุ่ม 1 และ 2 แล้วจึงทำการสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 1 และ 2 โดยการจับสลาก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกตและการจำแนกประเภท ของกลุ่มที่ฝึกโดยใช้เกมกับที่ฝึกทักษะโดยใช้แบบฝึกนั้นแตกต่างกัน

หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา (2530) ได้ศึกษาถึงผลการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอนปกติ

บุญเลิศ (2531) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการในแต่ละด้าน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนแบบปกติแตกต่างกัน โดยที่นักเรียนที่สอนโดยชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่สอนแบบปกติ

ประภาพันต์ (2531) ศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้วิธีสอนเพื่อรอบรู้กับการสอนตามปกติ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง ความดันและสารเคมี โดยตัวอย่างในการทดลองเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มทดลองสอนโดยวิธีสอนเพื่อรอบรู้และกลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประภาศรี (2531) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้วิธีสอนเพื่อรอบรู้กับการสอนตามปกติ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สสารและความร้อน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ละดา (2531) ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้เกมฝึกทักษะและสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันทั้งสองกลุ่ม แต่ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองทั้งสองกลุ่มสูงกว่าก่อนการทดลองด้วยความเชื่อมั่น 99 %

พรทิพย์ (2532) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้หนังสืออ่านเพิ่มเติมที่เน้นกับไม่เน้นเนื้อหาตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่อ่านหนังสือเพิ่มเติม ที่เน้นกับไม่เน้นเนื้อหาตามขั้นตอนของ วิธีการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วรารักษ์ (2532) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการสอนปกติ

สุปราณี (2532) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดจันทบุรี พบว่า

1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่คาดหวัง เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะ ทักษะที่อยู่ในระดับดี ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะที่อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่คาดหวัง ได้แก่ ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์สเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะที่อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวัง ได้แก่ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัด และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายจากข้อมูล

2) นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 50.76 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวัง และไม่มีนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

หน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดในเขตการศึกษา 9 (2532) ศึกษาเรื่องการทดลองใช้ชุดฝึกเพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 9 พบว่า ผลการเรียนรู้กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

วัฒนา (2533) ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนตามปกติ พบว่า ทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

กัมปนาท (2534) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยแยกศึกษาระหว่าง ชั้น เพศ นักเรียนในโรงเรียนในเขตเทศบาลและนอกเขตสุขาภิบาล รวมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจากเขตการศึกษา 11 จำนวน 936 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของประจิต นามโคตร พบว่า

1) ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 42.331 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม 27.641, 13.733, และ 3.607 ตามลำดับ

2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิง ไม่แตกต่างกัน

4) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล สุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาลแตกต่างกัน โดยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาลและเขตสุขาภิบาล สูงกว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนอกเขตสุขาภิบาล แต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในเขตเทศบาลและเขตสุขาภิบาล ไม่แตกต่างกัน

5) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์ กันในทางบวก

ยุรินทร์ (2534) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการจากสื่อประสม กับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการ

ใช้ชุดปฏิบัติการจากสื่อประสมมีความคงทนในการเรียนรู้ แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ

ธงชัย (2535) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยแยกศึกษาระหว่างชั้น เพศ นักเรียนในโรงเรียนในเขตเทศบาล เขตสุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาลและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในเขตการศึกษา 9 จำนวน 648 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ ประจิต นามโคตร พบว่า

1) ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 48.36 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม เท่ากับ 27.57, 16.23 และ 4.56 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 50.87 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม เท่ากับ 28.00, 16.81 และ 6.07 ตามลำดับ

2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน

4) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในเขตเทศบาล เขตสุขาภิบาล และนอกเขตสุขาภิบาลแตกต่างกัน โดยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตเทศบาล สูงกว่านักเรียนในเขตสุขาภิบาลและนอกเขตสุขาภิบาล และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตสุขาภิบาลสูงกว่านักเรียนนอกเขตสุขาภิบาล

5) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์กันในทางบวก

นิตยา (2535) ได้ทำการศึกษาผลการสอนโดยใช้กิจกรรมสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบ The One Group Pretest-Posttest Design. พบว่า

- 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น
- 2) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น
- 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กัน

กุษิตย์ (2536) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับประถมศึกษา โดยทำการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับประถมศึกษาที่พิมพ์เผยแพร่ ในช่วงปี พ.ศ. 2515 - 2534 จำนวน 169 เล่ม และนำมาสังเคราะห์เชิงปริมาณจำนวน 52 เล่ม คิดเป็นร้อยละ 30.77 ส่วนการสังเคราะห์เชิงเนื้อหาเป็นการสังเคราะห์ข้อค้นพบของงานวิจัยที่เป็นประชากรทั้งหมด ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

- 1) ผลการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ พบว่า การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการสอน บทเรียนโปรแกรม และการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการสอนตามปกติ การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะ ทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามปกติและพบว่าองค์ประกอบที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ศึกษาในงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ รวม 13 ด้าน สามารถร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ ร้อยละ 27.88

- 2) ผลการสังเคราะห์เชิงเนื้อหา สรุปตามองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนได้ดังนี้

- 2.1) การเตรียมการสอน ครูยังมีปัญหาเกี่ยวกับการนำหลักสูตรไปใช้เกี่ยวกับเนื้อหา กิจกรรมและสื่อการสอน และการวัดผล หนังสืออ่านเพิ่มเติม ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ที่เสนอความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนมากมีระดับความยากง่ายของการอ่านสูงกว่าระดับชั้นของนักเรียน สื่อการเรียนการสอนต่างๆที่ผลิตขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสื่อการสอนที่ได้รับการพัฒนารูปแบบโดยการเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมรายละเอียดบางประการ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มากขึ้น

- 2.2) กระบวนการเรียนการสอน ส่วนมากการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิควิธีสอนใหม่ๆ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการ

สอนตามปกติ ครูสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามเกี่ยวกับความรู้ความจำมากที่สุด

2.31 ผลที่ได้จากการสอน ผลการสอนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก และพบว่าองค์ประกอบที่เกี่ยวกับผู้ปกครอง นักเรียน ครู และโรงเรียน มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชวีชัย, ปราโมทย์, สุตสงวน และอาสา (2537) ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเปรียบเทียบการสอนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนตามปกติ โดยใช้วิธีการวิจัยแบบ LONGITUDINAL METHOD ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างในการศึกษากลุ่มเดียวกัน คือ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอนและกลุ่มควบคุมสอนโดยแผนการสอนตามปกติ แต่แตกต่างกันที่เนื้อหาวิชาที่นำมาสร้างชุดการสอน ผลการวิจัย พบว่า

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
- 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน
- 3) คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองเพิ่มสูงขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Campbell (อ้างถึงในวัฒนา, 2533) ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์องค์ประกอบที่มีผลต่อความสำเร็จในการเรียนการสอน โดยใช้ชุดการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อความสำเร็จในการใช้ชุดการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชา

ชีววิทยาใน Nava School จำนวน 133 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน องค์ประกอบที่ศึกษามีทั้งหมด 11 องค์ประกอบ เช่น เพศ อายุ เจตคติ ระดับสติปัญญา เป็นต้นผลการวิจัยปรากฏว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อความสำเร็จในการใช้ชุดการสอน ได้แก่ นักเรียนที่มีระดับอายุน้อย นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง นักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านสูง นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง นักเรียนที่มีอัตราการใช้ชุดการสอนเร็ว นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ได้คะแนนสูง นอกจากนี้การวิจัยพบว่านักเรียนหญิงมีความสำเร็จในการใช้ชุดการสอนสูงกว่านักเรียนชาย

Weber (อ้างถึงในนิตยา, 2535) ได้ทำการศึกษาโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้หลักสูตรที่สร้างขึ้นมาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกกลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้นี้ ประกอบด้วย การสังเกต การจัดจำพวก การวัดและการทำนาย ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทักษะด้านต่างๆเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุม

Widdon (1973, อ้างถึงในวัฒนา, 2533) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA = Science A Process Approach) โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน นักเรียน 55 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 พวก คือกลุ่มทดลองครูจะสอนตามหลักสูตรของ SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุม ครูจะสอนตามหลักสูตรเดิมและครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์คะแนนนักเรียนก่อนทำการสอนและหลังการสอนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม พบว่า หลักสูตร SAPA มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มควบคุมและทักษะเหล่านี้ จะมีผลต่อนักเรียนที่เรียนอ่อนมากกว่านักเรียนที่เรียนดี แต่ไม่มีผลต่อความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่อย่างใด และพบว่าครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการดีขึ้น

Boudreaux (อ้างถึงในรัชวาลย์, 2528) ได้วิจัยเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่าง

การสอนตามปกติ การสอนโดยใช้สื่อประสม และการสอนโดยใช้ชุดการสอนแบบกิจกรรมและเพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนทั้ง 3 แบบ กลุ่มตัวอย่างการวิจัยเป็นนักเรียนระดับ 9 ที่ Ruston High School จำนวน 95 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่ม A เรียนโดยการสอนตามปกติ กลุ่ม B เรียนโดยใช้สื่อประสม และกลุ่ม C เรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบกิจกรรม ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้สื่อประสมและที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบกิจกรรมนั้น สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการสอนตามปกติ

Jacknicke (อ้างถึงในนิธยา, 2535) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาเกรด 2 จำนวน 240 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ พบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง

Brooks (1982) ได้ทำการศึกษา ผลการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็นนักเรียนที่มีความสามารถปานกลางและนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้แตกต่างกัน ไม่ว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงหรือนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง ส่วนที่เกี่ยวกับความคงทนทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น เมื่อพิจารณาเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ในกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง พวกที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ มีความคงทนในการเรียนรู้ มากกว่าพวกที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ส่วนในกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความคงทนแตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ผลปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่า

กลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ทั้งพวกที่มีความสามารถในการเรียนสูงและพวกที่มีความสามารถในการเรียนปานกลาง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

1) งานวิจัยที่เกี่ยวกับชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ในระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามปกติ ได้แก่ งานวิจัยของ สัญญา (2521), สมศักดิ์ (2521), ประภาพันธุ์ (2531), ประภาศรี (2531), บุญเลิศ (2531), วัฒนา (2533), ธวัชชัย (2537), ปราโมทย์ (2537), อาสา (2537), สุดสงวน (2537), Cambell (1972) และ Boudreaux (1975) ส่วนงานวิจัยที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ได้แก่ งานวิจัยของ วิมลศรี (2522)

2) การศึกษาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์งานวิจัยที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ได้แก่ งานวิจัยของบุญเลิศ (2531), วัฒนา (2533), ธวัชชัย (2537), ปราโมทย์ (2537), อาสา (2537) และสุดสงวน (2537) ส่วนงานวิจัยที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน ได้แก่ งานวิจัยของวิมลรัตน์ (2530), ประภาพันธุ์ (2531), ประภาศรี (2531), ละดา (2531) และหน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานการศึกษาจังหวัดในเขตการศึกษา 9 (2532) ในส่วนงานวิจัยที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน ได้แก่ งานวิจัยของหน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานการศึกษาจังหวัดในเขตการศึกษา 7 (2529), หน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานการศึกษาจังหวัดนครราชสีมา (2530), บุญเลิศ (2531), วรากรณ์ (2532), วัฒนา (2533), Weber (1972) และ Jacknicke (1975) ส่วนงานวิจัยที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ได้แก่ งานวิจัยของ ปิยะมากรณ์ (2522), สาคร (2528) และสุปราณี (2532)

3) งานวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ งานวิจัยของ

ยุบล (2525), ฤทัย (2530), กัมปนาท (2534) และชงชัย (2535) กลุ่มตัวอย่างมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ งานวิจัยของสัญญา (2521) และ Cambell (1972) ส่วนงานวิจัยที่พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ได้แก่ งานวิจัยของประภาพันต์ (2531) ส่วนงานวิจัยที่พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ได้แก่ งานวิจัยของธวัชชัย (2537), ปราโมทย์ (2537), อาสา (2537), สุดสงวน (2537)

4) งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ งานวิจัยของยุบล (2525), กัมปนาท (2534) และชงชัย (2535) ส่วนงานวิจัยที่พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ได้แก่ งานวิจัยของธวัชชัย (2537), ปราโมทย์ (2537), อาสา (2537) และสุดสงวน (2537)

5) งานวิจัยเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ พบว่าความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันได้แก่ งานวิจัยของ พรทิพย์ (2532), ยุรินทร์ (2534), ธวัชชัย (2537), ปราโมทย์ (2537), อาสา (2537) และสุดสงวน (2537) ส่วนงานวิจัยที่พบว่าความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ได้แก่ งานวิจัยของ Brooks (1982)

จากเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีต่างๆเกี่ยวกับชุดการสอน ชี้ให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้ชุดการสอน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลและจากงานวิจัย สรุปได้ว่าชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพไม่ว่าจะเป็นชุดการสอนแบบใด สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ และส่วนใหญ่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากชุดการสอนสูงกว่าการสอนตามปกติ และในการศึกษาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือสูงขึ้นกว่าการสอนตามปกติ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบชุดการสอนที่สร้างขึ้น มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอน การศึกษาผลการใช้ชุดการสอนสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป