

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์

- 2.1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์
- 2.1.2 วัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์
- 2.1.3 หลักการสอนวิทยาศาสตร์
- 2.1.4 ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับชุดการสอน

2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.7.1 งานวิจัยภายในประเทศ
- 2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์

- 2.1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ มีผู้ให้ไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

ทวีศักดิ์ จินดาบุรุษ และธงชัย ชิวปรีชา (2530) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า คือ ความรู้ที่ได้จากการสังเกตและค้นคว้าจากธรรมชาติ แล้วจัดเข้าระบบ

สุวัฏก์ นิยมคำ (2531) ให้ความหมายของของวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า คือ องค์ความรู้ของธรรมชาติ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้นั้น ๆ ซึ่งจัดไว้เป็นระเบียบแบบแผนและตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกต

ภพ เลหาไพบลีย์ (2534) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นวิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

สมชัย โกมล (2535) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง วิชาที่ศึกษาเรื่องราว หรือปรากฏการณ์ของสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และประกอบด้วยองค์ประกอบสองส่วน คือ เนื้อหาและกระบวนการ ซึ่งเนื้อหาหรือตัวความรู้วิทยาศาสตร์นั้นเกิดจากประสบการณ์ โดยการใช้ประสาทสัมผัส แล้วใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้าค้นคว้า เพื่อให้ได้คำตอบ หรือตัวความรู้ออกมา

Carin (อ้างถึงใน สุวัฏก์ นิยมคำ, 2531) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความรู้ที่ได้ผ่านการทดสอบยืนยันมาแล้ว และสะสมไว้อย่างมีระบบ รวมทั้งกระบวนการที่ใช้ในการค้นหาความรู้นี้ด้วย

สุภาสินี สุทธิระ (2535) กล่าวว่า มนุษย์เรารับรู้ (percieve) สิ่งแวดล้อมและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ โดยการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 และเครื่องมือช่วยประสาทสัมผัส ทำให้เกิดการรับรู้ (Perception) เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์พบปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น ในการค้นหาคำตอบ เขาจะตั้งคำถามตนเองอยู่ 3 ข้อคือ

1. มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง (What question) คำถามนี้จะทำให้ได้ข้อมูลที่เกิดขึ้นทั้งหมดตามสภาพที่เป็นจริง นักวิทยาศาสตร์ต้องสังเกต และบันทึกข้อมูลไว้ เขาเรียก empirical data สำหรับนำไปวิเคราะห์ สร้างเป็นความรู้ต่อไป

2. มันเกิดขึ้นได้อย่างไร (How question) คำถามนี้จะทำให้นักวิทยาศาสตร์ ลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่าอะไรเกิดก่อนหลัง มีกระบวนการอย่างไรนอกจากนี้ยังบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

3. ทำไมมันจึงเกิดขึ้น (Why question) คำถามนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์ค้นหาคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้น โดยอาจสร้างเป็นทฤษฎี เพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้นๆ เช่น ทำไมเหล็กเมื่อเป็นแม่เหล็กจึงมีอำนาจดึงดูด ก็ทำให้เกิดทฤษฎีโมเลกุลแม่เหล็กขึ้น

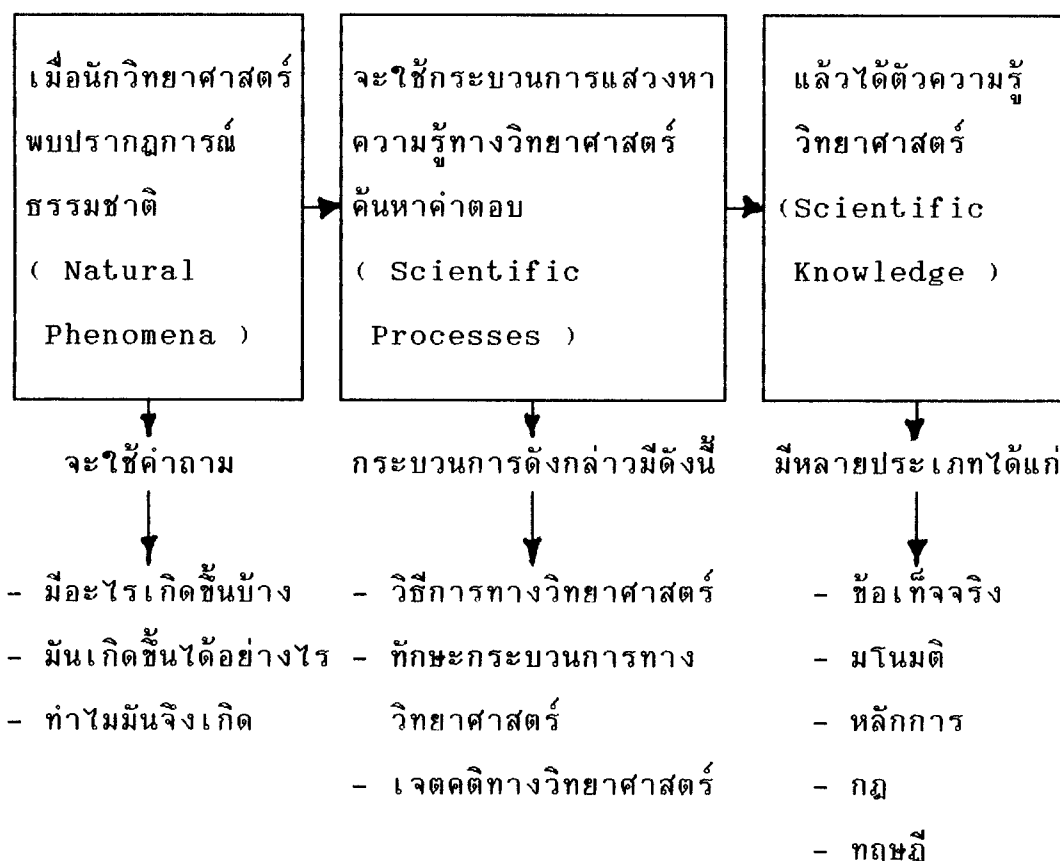
จะเห็นได้ว่าคำถามทั้ง 3 คำถามนี้ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้ตอบปัญหา ได้ค้นพบความจริงของธรรมชาติที่มีอยู่แล้ว ถ้าเราจะลำดับขั้นตอนของการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ก็จะได้ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เป็นการพบปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยผ่านประสาทสัมผัสหรือเครื่องมือช่วยประสาทสัมผัส เพื่อตอบคำถามว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง มันเกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไมจึงเป็นอย่างนั้น

ขั้นที่ 2 เป็นการค้นหาคำตอบโดยนักวิทยาศาสตร์ จะใช้กระบวนการเฉพาะอย่างหนึ่ง เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้น ๆ เรียกกระบวนการดังกล่าวว่า " กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ " แม้กระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะนำไปใช้จะมีความแตกต่างกัน แต่ก็มีลักษณะร่วมที่คล้ายกันอยู่บ้าง ทำให้สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ ขั้นตอนที่ใช่เป็นแนวทางในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นี้เรียกว่า "วิธีการทางวิทยาศาสตร์" อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะสัมฤทธิ์ผลมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

ขั้นที่ 3 เป็นคำตอบของปัญหา หรือของปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งเป็นตัวความรู้วิทยาศาสตร์

ถ้าเราเขียนแผนภูมิการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเป็นดังนี้



แผนภูมิที่ 1 แสดงการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากแผนภูมิจะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์นั้น เป็นการค้นคว้าหาความจริงในธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ไม่ใช่ตัวความรู้วิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่รวมทั้งกระบวนการที่ได้ความรู้นั้นมาด้วย ดังนั้นของคำว่า วิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้ไว้ เช่น Dr. Robert B. Sund ได้ให้นิยามของวิทยาศาสตร์ว่า "Science is both a body of knowledge and process"

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าวิทยาศาสตร์ คือความรู้ซึ่งเป็นเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ที่จัดรวบรวมไว้ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ดังนั้น ในการสอน

วิทยาศาสตร์แก่เด็ก จึงต้องสอนให้ครบทั้งตัวความรู้วิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

2.1.2 วัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งกล่าวโดย ลอธ สแตลค (2531), สุวัฒน์ นิยมคำ (2531), รุจิระ สุภรณ์ไพบูลย์ (2532), สุภาสินี สุภธีระ (2533), สสวท. (2533), ภพ เลหาไพบูลย์ (2534), Leopold E. Klopfer (อ้างถึงใน สุวัฒน์, 2531) และ Carin and Sund (อ้างถึงใน ภพ, 2534) ได้กล่าวถึง วัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ในแนวทางที่สอดคล้องกัน ซึ่งสรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์หลักอยู่ 2 ประการ ดังนี้

1. ด้านตัวความรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific product) มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการศึกษาข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ และข้อสันนิษฐาน ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นคว้าไว้แล้ว ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานความรู้เบื้องต้นและประสบการณ์เดิมให้กับผู้เรียน ในการที่จะค้นหาข้อเท็จจริงและแก้ปัญหาต่าง ๆ ต่อไปได้และใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อความหมาย ช่วยให้เข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ และปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติได้ ตลอดจนรู้เท่าทันเทคโนโลยี สามารถปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตนเองให้ดีขึ้น

2. ด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific processes) มุ่งฝึกผู้เรียนให้มีกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงพอที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude)

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า นักการศึกษาได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การจัด

การเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว จำเป็นจะต้องกระทำ อย่างเป็นระบบ ซึ่งการทำงานสิ่งใดให้เป็นระบบ ต้องนำเอาองค์ประกอบ ทุกตัวที่เกี่ยวข้องเข้ามาพิจารณาเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.1.3 หลักการสอนวิทยาศาสตร์ (สุภาสิณี สุภธีระ, 2535)

จากความหมายของคำว่าวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า ในการสอน วิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียนในปัจจุบันอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องสอนทั้งตัวความรู้ วิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป ดังนั้นวิธีสอนที่สอดคล้องตามความหมายดังกล่าวมากที่สุดคือ วิธีสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งมีขั้นตอนในการสอนดังต่อไปนี้

1) การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิด ผู้สอนอาจสร้างสถานการณ์หรือปัญหา โดยใช้คำถาม ใช้สถานการณ์จริง โดยการสาธิต เสนอปัญหา ใช้ภาพปริศนา ใช้ภาพยนตร์เสนอปัญหา นั่นก็คือผู้สอน สร้างสถานการณ์หรือปัญหา โดยการร่วมมืออภิปราย (คำถาม - ตอบระหว่าง ครูกับนักเรียนถึงปัญหา)

2) การให้ผู้เรียนวางแผนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) โดยมีผู้ชี้แนะแนวทางโดยการใช้คำถาม

3) การให้ผู้เรียนใช้ทักษะดำเนินการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกระบุแหล่งความรู้ให้

4) การสรุปผลการแก้ปัญหาหรือสรุปความรู้ที่ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนช่วยรวบรวมให้ถูกต้องสมบูรณ์โดยการใช้คำถามนั่นคือการอภิปรายถาม - ตอบ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์

2.1.4 ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2533) ได้กล่าวถึงระบบการเรียนการสอนไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงองค์ประกอบทุกองค์ประกอบ ของการเรียนการสอนซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อกัน เพื่อทำให้การเรียนการสอน

นอกจากนี้หากพิจารณารายละเอียดของขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอน อาจแบ่งได้เป็น

1. ขั้นตอนเตรียมการ ในขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ คือ
 - 1) การสำรวจปัญหาและทรัพยากร
 - 2) การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน
 - 3) การวิเคราะห์ผู้เรียน
 - 4) การวิเคราะห์และจัดลำดับเนื้อหา
 - 5) การกำหนดการสอนและกิจกรรม
 - 6) การกำหนดสื่อการสอน
 - 7) การกำหนดแนวทางการประเมิน
 - 8) การเขียนแผนการสอน
2. ขั้นตอนดำเนินการ ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการสอน และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมตามที่ได้เตรียมไว้ ขั้นตอนการสอนอาจจำแนกได้เป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การนำเข้าสู่บทเรียน
- 2) การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน
- 3) การสรุป

3. ขั้นตอนประเมินผล เป็นการตรวจสอบว่า การเรียนการสอนได้เตรียมการและดำเนินการนั้น สามารถนำผู้เรียนไปสู่วัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ และจากผลการประเมินดังกล่าว อาจนำไปใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป การประเมินผลจำแนกได้เป็น

- 1) การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และการสอนของผู้สอน
- 2) การวิเคราะห์ผลการประเมิน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

4. ขั้นข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ซึ่งเป็นแนวทางควบคุมให้ระบบมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ การสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้ และกระบวนการ

แสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ต้องอาศัยการจัด
การเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ จะต้องคำนึงถึงปัจจัยหรือองค์ประกอบ
ทุกองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งมีผลต่อการเรียนการสอน กระบวนการ
การเรียนการสอน และผลที่ได้จากการสอน

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อการแสวงหา
ข้อมูลหรือความรู้ในทุกสาขาวิชา ทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแสวงหา
จัดกระทำ ตรวจสอบและสื่อความหมายข้อมูล ตลอดจนข่าวสารต่าง ๆ และ
ยังเป็นกระบวนการที่ใช้ในชีวิตประจำวันของเราด้วย

2.2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายและรายละเอียดเกี่ยวกับทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

พจน์ สะเพียรชัย (2517) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถ
ในด้าน การสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล
การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป การสร้างสมมติฐาน การออกแบบ
และดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณ และการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์
ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ
และการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

สุมาลี กาญจนชาติ (2525) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ หมายถึงวิธีการที่ใช้ในการค้นหาคำรู้ทางวิทยาศาสตร์

โรสดี เพชรstein (2527) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
หมายถึง ความคล่องแคล่วในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจ

เห็นได้ เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การสร้างสมมติฐาน การหาข้อยุติ หรือการลงความเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

สุภาสิณี สุภธีระ (2535) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญา เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

สมชัย โภมล (2535) ให้ความหมาย ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหา จัดกระทำ ตีราคาส่วนและสื่อความหมายข้อมูล หรือความรู้ วิธีการที่เรียกว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ ได้แก่ การสังเกต การวัด การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การทำนาย การจำแนกประเภท การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างนิรนัย การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการ ทดลอง

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนความนึกคิด ความสามารถในการวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ จนเกิดความชำนาญ และความคล่องแคล่ว ในการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ หรือความรู้ที่ยังไม่รู้

2.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้แสวงหาความรู้

สำหรับรายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีนักการศึกษา และสถาบันที่เกี่ยวข้องได้เสนอแนวความคิดและรูปแบบต่าง ๆ กัน ซึ่งจะขอยกกล่าวโดยสังเขปดังต่อไปนี้

Sund และ Trowbridge (อ้างถึงใน ทักษะ ศรินกุล, 2530) แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ด้านดังนี้

1. ทักษะเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ (Acquisitive Skills) ได้แก่ การฟัง การตั้งคำถาม การสืบเสาะ การสอบถาม การรวบรวมข้อมูล และการวิจัย

2. ทักษะเกี่ยวกับการจัดกระทำข้อมูล (Organizational Skills) ได้แก่ การบันทึก การเปรียบเทียบ การจำแนก การเรียบเรียงอย่างเห็นระบบ การวิเคราะห์ การเขียนโครงเรื่อง และการประเมินผล

3. ทักษะเกี่ยวกับการสร้างสรรค์ (Creative Skills) ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้า การมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบและการคิดค้นวิธีใหม่ในการแก้ปัญหา

4. ทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติ (Manipulative Skills) ได้แก่ การใช้เครื่องมือ การระวังรักษา การสาธิต การทดลอง การซ่อมเครื่องมือและอื่น ๆ

5. ทักษะเกี่ยวกับการสื่อความหมาย (Communicative Skills) ได้แก่ การอภิปราย การตั้งคำถาม การบรรยาย การเขียนรายงาน การวิพากษ์วิจารณ์ ตลอดจนการสื่อสารกับผู้อื่นได้

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกัน (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ได้สร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาชื่อว่า SAPA (Science: A Process Approach) บทเรียนเหล่านี้จะเน้นการฝึกทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ซึ่งมีอย่างน้อย 13 ทักษะ (สุภาสินี สุภธีระ, 2535) โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

ก. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic science process Skills) ได้แก่

1) การสังเกต (Observing)

2) การวัด (Measuring)

3) การใช้ตัวเลข (Using Number)

4) การจำแนกประเภท (Classifying)

5) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปส และสเปสกับเวลา

(Space/Space Relationship and Space/time Relationship)

6) การสื่อความหมาย (Communicating)

7) การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

8) การพยากรณ์ (Predicting)

ข. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Complex science Process Skills) ได้แก่

9) การควบคุมตัวแปร (Controlling Variable)

10) การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)

11) การตั้งนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

12) การทดลอง (Experimenting)

13) การแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล (Interpreting Data and Conclusion)

ทบวงมหาวิทยาลัย (อ้างถึงใน วัฒนา สิงหนวัฒน์, 2533) ได้สร้างชุดการสอน เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยมีรายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ทั้งการใช้เครื่องมือช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ถ้าอยากทราบว่าข้อมูลที่บันทึกได้นั้นเกิดจากการสังเกตหรือไม่ ต้องถามตัวเองว่า ข้อมูลที่ได้มาจากประสาทส่วนไหน หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง หรือเปล่า ถ้าตอบว่าใช่ แสดงว่าเป็นการสังเกต ถ้าตอบว่าไม่ใช่ จะเป็น การลงความคิดเห็น ข้อมูลจากการสังเกตมี 2 ประเภท คือ

1.1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะและสมบัติที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง กล่าวคือผู้สังเกต นอกจากจะใช้ตา ดู หู ฟัง ผิวสัมผัสแล้ว ยังต้องใช้จมูกดม และลิ้นชิมด้วย

1.2) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาด น้ำหนัก อุณหภูมิ หรืออาจบอกการกะประมาณเปรียบเทียบกับค่าอื่น ๆ

ข้อมูลการสังเกตจะละเอียดชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้ามีข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอยู่ด้วย ดังนั้นในการสังเกตวัตถุใด ๆ มักจะมีการกระทำบางอย่างที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัตถุ เช่น นำวัตถุใส่ในน้ำร้อน หรือการเพิ่มความร้อนให้กับวัตถุนั้น สิ่งที่เกิดขึ้นอย่างระมัดระวังเกี่ยวกับการสังเกตการกระทำนั้นคือลักษณะของสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และลำดับก่อนหลังของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น

ข้อเสนอแนะในการสังเกต

ในการสังเกตนั้น นอกจากเราต้องพยายามสังเกตตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ควรสังเกตหลาย ๆ ครั้ง อย่างละเอียดรอบคอบ แล้วยังมีข้อเสนอแนะที่ควรคำนึงถึงดังนี้

- (1) ควรพยายามใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างในการสังเกต
- (2) ควรสังเกตให้ได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ
- (3) ถ้าเป็นไปได้ ควรสังเกตข้อมูลจากการทดลอง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงสมบัติของสิ่งที่สังเกตหรือเพื่อดูผลของสิ่งที่เราสังเกตที่มีต่อสิ่งอื่น
- (4) ข้อมูลจากการสังเกตต้องไม่ลงความผิดเกินส่วนตัวลงไป

2) ทักษะการวัด

การวัด เป็นทักษะกระบวนการในการใช้เครื่องมือเกี่ยวกับปริมาณต่างๆ ที่ต้องการทราบค่า ปริมาณ ที่ได้จากการวัดเป็นหลักฐานที่สำคัญ สำหรับนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการวัดจึงเป็นทักษะที่สำคัญมากอย่างหนึ่งสำหรับการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

ลอร์ด เคลวิน กล่าวว่า "เมื่อศึกษาสสาร หรือวัตถุใดก็ตาม ถ้าไม่สามารถทำการวัด หรือแสดงออกมาเป็นตัวเลขได้ ก็ไม่มีแนวคิดที่จะนำข้อมูลไปศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์ต่อไปได้" บางครั้งการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องทำการวัด เพราะข้อมูลที่ต้องการเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตาม สิ่งที่เราสังเกตได้โดยผ่านประสาทสัมผัสของเรา นั้น บางครั้งก็เชื่อถือไม่ได้และไม่ถูกต้อง ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้อง



ต้องอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ทำการวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต ข้อมูลที่ได้จากการวัดส่วนมากจะต้องมีหน่วยกำกับเสมอ และหน่วยที่ใช้เป็นสากลคือ หน่วยเอสไอ (System International of Units. SI) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมีอยู่มาหลายชนิด จากเครื่องมือธรรมดาและง่าย เช่น ไม้บรรทัด ไปจนถึงเครื่องมือที่สลับซับซ้อน เช่น ไมโครมิเตอร์ ฉะนั้นการวัดด้วยเครื่องมือเหล่านี้จึงจำเป็นต้องอาศัยทักษะในการวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลตัวเลขที่ถูกต้องและเหมาะสม

3) ทักษะการคำนวณ

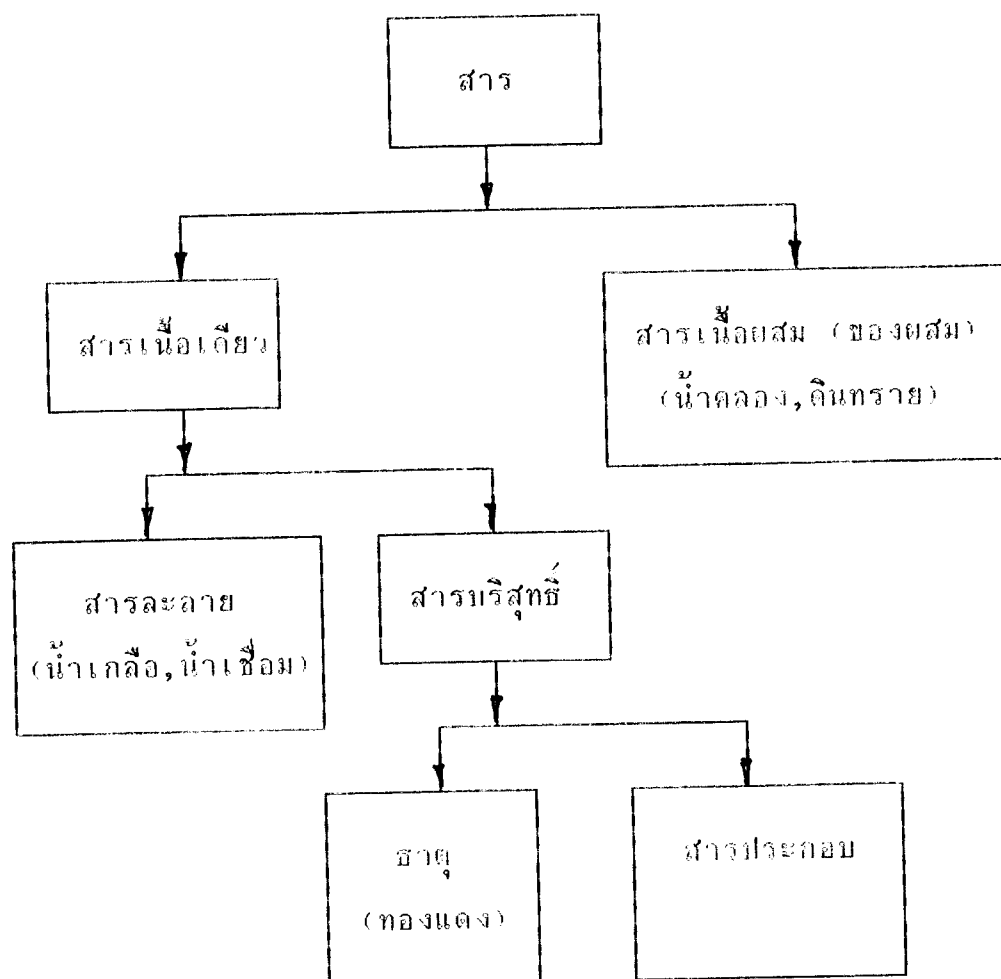
การคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่แสดงด้วยตัวเลข ซึ่งได้มาจากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัดการทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลังสอง การถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจน หรือให้เป็นข้อมูลที่มีความหมายเชิงสถิติ เพื่อประโยชน์ในการแปลความหมาย และสรุปผลต่อไป

4) ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการแบ่งสิ่งของ โดยหาเกณฑ์ (Criteria) หรือสร้างเกณฑ์ในการแบ่งขึ้น เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดประเภทสิ่งของมี 3 เกณฑ์ คือ ความเหมือน (Similarities) ความแตกต่าง (Differences) และความสัมพันธ์ร่วม (Interrelationships) ซึ่งแล้วแต่จะเลือกเกณฑ์ใดเป็นเกณฑ์ และควรระวังสร้างความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นด้วยว่าของสิ่งเดียวกันอาจแบ่งได้หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่เราใช้และของสิ่งนั้นในเวลาเดียวกัน จะอยู่ได้เพียงประเภทเดียวเท่านั้น คืออยู่ในประเภทหนึ่งแล้ว จะอยู่ในอีกประเภทหนึ่งไม่ได้เป็นอันขาด

ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะการจำแนกประเภท ผู้เรียนต้องเริ่มต้นด้วยการจำแนกกลุ่มสิ่งของออกเป็น 2 พวก

ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างใดอย่างหนึ่ง จากนั้นจึงแบ่งต่อไปตามเกณฑ์ที่กำหนดเป็นครั้งที่สอง และทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งสามารถระบุวัตถุนั้นจากวัตถุที่มีอยู่จำนวนหนึ่งได้ ดังรูป



แผนภูมิที่ 3 แสดงการจำแนกประเภทของสาร

5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา

มิติของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างบริเวณวัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปมิติของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาวและความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ เช่น ถ้าฉายไฟฉายไปที่วัตถุทรงกระบอก จะเกิดเงาเป็นรูปวงกลมหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา เช่น วิ่งได้ระยะทาง 100 เมตร ในเวลา 5 นาที เป็นต้น

6) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมช่วย ข้อมูลนี้อาจได้มาจากการสังเกต การวัดหรือการทดลอง เมื่อได้ข้อมูลมาชุดหนึ่ง ข้อมูลชุดนี้อาจเป็นประโยชน์กับเราไม่มากนัก จำเป็นต้องใช้กระบวนการทางความคิด เพื่อหาความหมายของข้อมูลที่ได้เหล่านั้น

การลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกัน อาจแตกต่างกัน เพราะมีประสบการณ์ต่างกัน ดังนั้น เพื่อนักวิทยาศาสตร์พบวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ มักจะลงความคิดเห็นจากข้อมูล อาจเป็นไปได้หลายอย่าง ต่อจากนั้นจะมีการตรวจสอบว่าการลงความคิดเห็นข้อใด มีเหตุผลสนับสนุนอย่างเพียงพอในบางกรณีอาจมีการทดสอบการลงความคิดเห็นจากข้อมูลบางส่วน เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานที่รัดกุมต่อไป

การลงความคิดเห็นจากข้อมูลต่างกับการทำนายในแง่ที่ว่า การลงความคิดเห็นจากข้อมูลไม่บอกเหตุการณ์ในอนาคต เป็นเพียงการอธิบาย หรือหาความหมายข้อมูลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย เท่านั้น

7) ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองหรือจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น จนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ดังนั้น ในการสื่อความหมาย จึงเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่ไม่เพียงแต่จะใช้ในการสาขาวิทยาศาสตร์เท่านั้น ยังสามารถนำไปใช้ในกิจการอย่างอื่นได้ด้วย ในทางวิทยาศาสตร์อาจทำได้หลายรูปแบบคือ

7.1) คำพูดหรือคำบรรยาย หมายถึง ที่ลดความที่รัดกุมชัดเจนที่แสดง ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันในแต่ละเหตุผล

7.2) สัญลักษณ์ หมายถึง ตัวอักษร หรือเครื่องหมายที่ตกลงกันไว้ เพื่อแทนข้อความบางอย่างให้รัดกุม สะดวก และง่ายต่อการเข้าใจยิ่งขึ้น

7.3) สมการทางวิทยาศาสตร์ ในบางครั้งการสื่อความหมายโดยการพูดหรือคำบรรยายยังฟังไม่รัดกุมและง่ายต่อการเข้าใจ แต่ถ้าใช้สมการทางวิทยาศาสตร์จะง่ายต่อการเข้าใจ

7.4) แผนภาพ เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในแผนภาพ โดยปกติแล้วแผนภาพมักแสดงให้เห็นเฉพาะส่วนที่เป็นหลักการหรือส่วนสำคัญเท่านั้น โดยเว้นส่วนที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยทั้งหมดไว้ ดังนั้นโดยธรรมชาติ จึงเป็นแผนภาพที่ง่ายไม่ซับซ้อน แต่ก็ยังแสดงให้เห็นส่วนสำคัญส่วนที่เหลือไว้

7.5) แผนที่ หมายถึง แผนภาพที่แสดงอาณาเขตหรือบริเวณพื้นที่เอาไว้ เพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ของข้อมูลบริเวณพื้นที่นั้น ๆ เช่น แผนที่ทางอากาศ แสดงทิศทางการลงกระแสลม เป็นต้น

7.6) รูปภาพ ซึ่งอาจเกิดจากการวาด หรือถ่ายภาพของจริง เพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลต่าง ๆ เช่น รูปภาพแสดงทางเดินของน้ำผ่านทางรากเข้าไปในท่อลำเลียงน้ำของพืช

7.7) ตาราง เป็นการเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหรือทดลอง แทนที่จะเขียนการจัดกระจาย ก็เขียนลงในตารางให้เป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกในการดู และง่ายต่อการเข้าใจ

7.8) กราฟ เป็นการเสนอข้อมูล เพื่อสะดวกในการดู และง่ายต่อการแปลความหมาย

จะเห็นว่า การสื่อความหมายข้อมูลทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งจะเลือก รูปแบบใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล วัตถุประสงค์ของงานที่ศึกษา เพื่อสะดวกและง่ายต่อการแปลความหมาย และสรุปข้อมูลในขั้นต่อไป

๒) ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์

การทำนาย หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ลาดับหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้น ๆ มาช่วย การทำนายสามารถทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตของข้อมูล (Extrapolating)

เมื่อได้ข้อมูลมาชุดหนึ่ง เราต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ได้แล้วเราก็สามารถทำนายค่าต่าง ๆ ที่อยู่ภายในขอบเขตของข้อมูล และอยู่ภายนอกขอบเขตของข้อมูล โดยใช้วิธีคำนวณค่าตอบจากข้อมูลในตารางหรือกราฟ

เราสามารถทดสอบผลของการทำนายได้โดยการสังเกตซ้ำอีกเพราะการทำนาย เป็นการคาดคะเนผลการสังเกตในอนาคตเป็นอย่างไรก็เป็นเวลาการทำนายจะอยู่บนพื้นฐานความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สังเกตได้ ดังนั้นการทำนายจะแม่นยำได้ก็ต่อเมื่อสังเกตได้อย่างละเอียดรอบคอบ และระมัดระวัง

การทำนายที่แม่นยำในผลที่สุด คือ การทำนายตัวแปรต่างๆ ถูกควบคุมให้คงที่ ให้เปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเท่านั้น และถือว่า การทำนายในขอบเขตของข้อมูล มีพื้นฐานในการทำนายที่เชื่อถือได้มากกว่า การทำนายภายนอกขอบเขตของข้อมูล การทำนายภายนอกขอบเขตของข้อมูล นั้นยิ่งห่างจากจุดสังเกตสุดท้ายมากเท่าไรก็จะเชื่อถือได้น้อยลงเท่านั้น

๓) ทักษะการตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบล่วงหน้าที่ไม่ทราบผลหรือยังไม่มียุทธศาสตร์ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานคือคำตอบที่คิดล่วงหน้า มีกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ซึ่งอาจถูกหรือผิดก็ได้ จะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ถ้ามีข้อมูลที่ได้จากการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริงแล้ว ก็จะพัฒนาเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี

สมมติฐานที่ดีควรมีขอบเขตกว้างขวาง ครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหามากที่สุดเท่าที่จะทำได้ วิธีหนึ่งที่ใช้พิจารณาว่าข้อความใดเป็นสมมติฐานหรือไม่ โดยการนำข้อความนั้นมาเขียนในรูปของประโยค ถ้า...แล้วจะ... หรือเมื่อ ... แล้ว ... ถ้าเขียนได้ข้อความนั้นก็จะเป็นสมมติฐาน

10) ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้

นิยามเชิงปฏิบัติการ ควรให้ความหมายรัดกุมและเหมาะสมกับระดับการศึกษา ประกอบด้วยสาระสำคัญ 2 ประการ คือ

- 1) ระบุสิ่งที่สังเกตได้
- 2) ระบุการกระทำ ซึ่งอาจจะได้จากการวัด การทดสอบ หรือการทดลอง

สิ่งที่ควรคำนึงในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการคือ

- 1) ควรใช้ภาษาที่ชัดเจนไม่กำกวม
- 2) จะต้องอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำไว้ด้วย
- 3) อาจมีคำนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยามและคำนิยามหนึ่ง อาจจะเหมาะกว่าอีกนิยามหนึ่ง ขึ้นอยู่กับสถานการณ์สิ่งแวดล้อม

11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ที่ต้องควบคุมในสมมติฐาน

ตัวแปรต้นคือสิ่งที่ป็นสาเหตุให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า มันส่งผลให้เหตุการณ์นั้น ๆ จริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นมีค่าเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่จะต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นที่เรายังไม่สนใจที่จะศึกษา ซึ่งอาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน ไม่เช่นนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่ เพื่อมิให้ตัวแปรเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

12. ทักษะการทดลอง

การทดลอง เป็นกระบวนการที่รวมเอากระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่า เป็นจริงหรือไม่ ก่อนการทดลองนั้นจะต้องมีปัญหาก่อน จากปัญหานี้จะทำให้เราแยกประเภทตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องว่ามีอะไรบ้าง แล้วจึงเลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องนี้มาตั้งสมมติฐาน ต่อมาจึงถึงขั้นการออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมตัวแปร เลือกวัสดุที่เหมาะสมแล้วดำเนินการทดลองต่อไป

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบรรยายลักษณะหรือสมบัติของตัวแปร หรือข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจนำเสนอในรูปกราฟ แผนภูมิ ตาราง รูปร่าง และอื่น ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ทักษะการแปรความหมายของข้อมูลนั้น จะนำไปสู่การทำนาย การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หรือ การตั้งสมมติฐาน ส่วนการลงข้อสรุป เป็นการนำเอาผลของความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด มาสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

2.2.3 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องประเมินความสามารถของนักเรียนในการแสดงพฤติกรรมออกมา เมื่อเกิด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สมชัย โกมล (2533) ได้กำหนดความสามารถของนักเรียนที่แสดงพฤติกรรม เมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกต

(1) บรรยายลักษณะและสมบัติของสิ่งต่างๆจากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ หลายอย่างรวมกันได้

(2) บรรยายลักษณะและสมบัติของสิ่งต่างๆ ในเชิงปริมาณ โดยการกะประมาณได้

(3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

(4) ชี้ และระบุข้อมูลการสังเกต จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้

2) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด

(1) เลือกเครื่องมือสำหรับวัดได้

(2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือสำหรับวัดได้

(3) บอกวิธีวัด และใช้เครื่องมือสำหรับวัดได้

(4) ทำการวัดค่าปริมาณต่าง ๆ ได้

(5) ระบุนหน่วยของตัวเลขจากการวัดได้

3) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณ

(1) นับจำนวนและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

(2) เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนที่นับได้

(3) คิดคำนวณค่าต่าง ๆ ได้

4) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภท

(1) เรียงลำดับ หรือแบ่งกลุ่มของสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเอง

หรือผู้อื่นได้

(2) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้ในการเรียงลำดับ หรือ จำแนกได้

5) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์

ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา

(1) บอกจำนวนมิติของรูป หรือสิ่งของต่าง ๆ ได้

- (2) บอกชื่อของรูป และรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ ได้
- (3) วาดรูป และรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ ได้
- (4) บอกจำนวนเส้นสมมาตรหรือระนาบสมมาตรของรูป 2 มิติ หรือรูป 3 มิติได้

- (5) บอกรูป 3 มิติ ที่มองเห็นจากการหมุนรูป 2 มิติได้
- (6) บอกเงา (รูป 2 มิติ) ของวัตถุต่าง ๆ เมื่อเห็นวัตถุนั้นได้
- (7) บอกรูป 2 มิติ ที่เกิดจากการตัดรูปทรง 3 มิติได้
- (8) บอกความสัมพันธ์ระหว่างขนาด รูปร่างของวัตถุ และเวลาได้
- (9) บอกตำแหน่ง และทิศทางของวัตถุ หรือ สิ่งต่าง ๆ ได้
- (10) บอกระยะทางความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยเทียบกับสิ่งอ้างอิงต่าง ๆ ได้

- (11) เขียนแผนผังแสดงตำแหน่ง ระยะทาง ความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ ของวัตถุต่าง ๆ ได้

- (12) บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ภาพที่ปรากฏในกระจกเงากับสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงาได้

- 6) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

- (1) อธิบาย หรือสรุปความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อมูลที่สังเกตได้อย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ของตนเอง

- 7) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสื่อความหมายข้อมูล

- (1) พูด หรือบรรยาย เพื่อสื่อความหมายของสิ่งต่าง ๆ ได้
- (2) เขียนแผนผังแสดงตำแหน่งสถานที่ หรือสิ่งต่าง ๆ ได้
- (3) จัดกระทำข้อมูลโดยการเรียงลำดับ จำแนกประเภท หาความถี่ และคิดคำนวณได้

- (4) เลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลได้

- (5) บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่นำเสนอข้อมูลได้

(6) ออกแบบการนำเสนอข้อมูลได้

8) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์

(1) คาดคะเนผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลได้

(2) คาดคะเนผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลได้

(3) จัดลำดับความเชื่อมั่นในความถูกต้องของผลการพยากรณ์ของ

ตนเองได้

(4) บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดลำดับความเชื่อมั่นในการพยากรณ์ได้

9) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน

(1) ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้

10) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยาม

เชิงปฏิบัติการ

(1) บอกความหมายของคำหรือข้อความให้มีความชัดเจนจนสามารถ

สังเกตหรือวัดได้

11) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและ

ควบคุมตัวแปร

(1) ระบุตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม จากสมมติฐานได้

(2) ระบุตัวแปรที่จะต้องควบคุมในการทดลองได้

12) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง

(1) ระบุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้

(2) กำหนดขั้นตอนในการทดลองได้

(3) ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ได้

(4) บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

13) ความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมาย

ข้อมูลและลงข้อสรุป

(1) แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้

(2) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรมกลุ่ม สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หน่วยที่ 7 เรื่องจักรวาล และอวกาศ แล้วพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนได้ฝึกใน หน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวมี 10 ทักษะ ดังนี้

1. การสังเกต
2. การจำแนกประเภท
3. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
5. การพยากรณ์
6. การตั้งสมมติฐาน
7. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
8. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
9. การทดลอง
10. การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

Haney (อ้างถึงใน เกศรินทร์ ทองประดิษฐ์, 2530) ได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการที่ส่งเสริมให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างกระตือรือร้น เข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีพื้นฐาน ด้านความสามารถในการปรับตัว อันหมายถึงความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

Munby (อ้างถึงใน ประภาพันต์ กิจเจริญปัญญา, 2531) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ และนับว่าเป็นสิ่งที่แสดงออกให้เห็นถึง กระบวนการใช้สติปัญญาหรือความคิดของนักวิทยาศาสตร์ในขณะปฏิบัติงาน

ละออ แสนศักดิ์ (2531) กล่าวว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรมหรือแนวความคิดที่แสดงออกถึงความเป็นผู้มีความรู้ ความเข้าใจ

วิทยาศาสตร์ซึ่งเกิดขึ้นในตัวบุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นคนมีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีใจกว้าง มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบ มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง ย่อมจะเป็นประโยชน์อย่างมากเพราะมีผลต่อการค้นคว้าความรู้หรือสร้างสรรค์ผลงานทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงพฤติกรรมหรือการแสดงออกทางด้านจิตใจที่มีอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ คือ การเป็นคนที่มีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบ มีความซื่อสัตย์ มีความกระตือรือร้น มีความใจกว้างและยอมรับฟังความคิดเห็นๆ เพื่อนำไปสู่การทำงานที่มีประสิทธิภาพ และนำวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.3.2 ลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

Haney (อ้างถึงใน เกศรินทร์ ทองประดิษฐ์, 2530) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. เจตคติที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์
2. เจตคติที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับความคิดเห็น ใหม่ๆ
3. เจตคติที่เกี่ยวข้องกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล

เจตคติที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่

(1) ความอยากรู้อยากเห็น (curiosity) หมายถึงความพอใจของบุคคลที่จะเผชิญกับสถานการณ์ใหม่ๆ คนที่มีลักษณะอยากรู้อยากเห็น จะเป็นคนช่างซักช่างถาม ช่างอ่าน และชอบริเริ่มสิ่งใหม่ๆ ความอยากรู้อยากเห็นเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการสืบเสาะแสวงหาความรู้

(2) ความมีเหตุผล (rationality) จะเป็นตัวกำหนดแนวทางของพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่มีเหตุผลจะไม่เชื่อถือโชคลาง จะพยายามอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในแง่ของเหตุและผล

(3) การไม่ด่วนลงข้อสรุปโดยทันที (willingness to suspend judgment) หมายถึงการไม่ด่วนตัดสินใจหรือลงข้อสรุปในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยปราศจากข้อมูลมาสนับสนุน

เจตคติที่เกี่ยวกับการยอมรับสิ่งใหม่ ๆ ได้แก่

(1) ความใจกว้าง (open-mindedness) หมายถึงความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดของตนและไม่มีความคิดว่าความจริงในวันนี้ จะเป็นความจริงที่แน่นอนเพราะความจริงในวันนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต

(2) การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (critical mindedness) หมายถึง ความพยายามที่จะหาข้อมูลสนับสนุนหลักฐานข้ออ้างอิงต่างๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใดๆ และรู้จักที่จะโต้แย้งและหาหลักฐานสนับสนุนความคิดเห็นของตน

(3) ความเป็นปรนัย (subjectivity) หมายถึงการมีจุดมุ่งหมายแน่นอน หรือความถูกต้องในการเก็บรวบรวมข้อมูลและแปลความหมายของข้อความหมาย

(4) ความซื่อสัตย์ (honesty) หมายถึง ความพอใจที่จะแสวงหาความรู้ ด้วยการค้นคว้าทดลอง โดยปราศจากอคติ หรือความรู้สึกส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง และตีความหมายหรือเสนอผลงานของการค้นพบตามความจริง โดยไม่ยอมอยู่ภายใต้อิทธิพลของสังคม เศรษฐกิจ การเมือง

เจตคติเกี่ยวกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล ได้แก่ การยอมรับข้อจำกัด (humility) หมายถึง การยอมรับในข้อจำกัดของการแสวงหาความรู้ความจริงที่พบในวันนี้ อาจเปลี่ยนแปลงได้ในวันข้างหน้า และการไม่ยอมรับข้อสรุปใด ๆ อย่างไม่มีเหตุผล

Victor (อ้างถึงใน เกศรินทร์ ทองประดิษฐ์, 2530) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. อยากรู้อยากเห็น

2. ไม่ลงข้อสรุป ไม่ตัดสินใจ หรือไม่เชื่อคำพูด เมื่อยังมีหลักฐานไม่

เพียงพอ

3. มีใจกว้าง
4. มีความหนักแน่นไม่ตัดสินใจด้วยอารมณ์
5. เคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น
6. ยึดถือความจริงไม่เชื่อโชคลาง
7. เต็มใจที่จะตอบข้อซักถามของผู้อื่น และยินดีให้ความร่วมมือใน

กิจกรรมต่าง ๆ

นิดา สะเพียรชัย (2520) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. มีความคิดที่หาหลักฐานมาประกอบการพิจารณาคำกล่าวอ้าง
2. มีเหตุผลไม่กล่าวอ้างอย่างเลื่อนลอย
3. เปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อได้ข้อมูลที่มีเหตุผลถูกต้องกว่า
4. มีความบากบั่นในการทำงาน
5. ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น
6. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
7. มีความซื่อสัตย์ในการทำงานและรับผิดชอบในการกระทำของตนเอง

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2524) สรุปว่า ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จะต้องมีสภาวะด้านต่าง ๆ 6 ด้าน ต่อไปนี้

1. มีเหตุผล ชอบแสวงหาสาเหตุของสิ่งต่าง ๆ
2. ชอบสงสัย ชอบตรวจตรา ประเมินกรรมวิธี และประสบการณ์
3. ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. ช่างสังเกต
5. มีความคิดเห็น และลงข้อสรุปบนรากฐานของข้อมูลที่เพียงพอและเชื่อถือได้
6. มีความอยากรู้อยากเห็น ไม่พอใจกับคำตอบที่ไม่สมเหตุสมผล

2.3.3 การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของประภาพันต์ กิจเจริญปัญญา (2531) ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขมาจากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ เกศรินทร์ ทองประดิษฐ์ (2530) ซึ่งนำลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ Haney มาเป็นแนวทางการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ มี 8 ลักษณะดังนี้

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

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะเดียวกัน เพียงแต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะเพิ่มขึ้น ดังนั้นก่อนที่จะกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะกล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ก่อน โดยอ้างอิงจากแนวความคิดของนักการศึกษาและนักจิตวิทยา ดังต่อไปนี้

2.4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

Taylor (อ้างถึงใน นฤมล ยุตาคม และคณะ , 2522) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงความสามารถที่จะคิดย้อนกลับ โดยการนำเอาสิ่งของหรือความรู้ต่างๆซึ่งดูเหมือนว่าไม่มีความสัมพันธ์กันมารวมกัน เพื่อแก้ปัญหาในแนวทางใหม่ และเสนอว่าความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

ความคล่องในการคิด เป็นการกระตุ้นความคิดจากภายใน และร่วมกันใช้ความคิดเหล่านั้น เพื่อให้เกิดความคล่องตัวและความมั่นใจมากขึ้น ความยืดหยุ่นเป็นการพิจารณาปัญหาได้หลายแง่ และความคิดริเริ่มเป็นการพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในทางที่แปลกใหม่

Spearman (อ้างถึงใน กรมการฝึกหัดครู, 2522) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นอำนาจจินตนาการของมนุษย์ในการที่จะสร้างผลิตผลใหม่ๆ เช่นเดียวกับ Osborn (อ้างถึงใน อารี รังสินนท์, 2526) ที่มองความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นจินตนาการประยุกต์ (applied imagination) คือเป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อแก้ปัญหาที่ยากที่มนุษย์ประสบอยู่ไม่ใช่เป็นจินตนาการที่ฟุ้งซ่าน เลื่อนลอย โดยทั่วไปความคิดจินตนาการเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ในการนำไปสู่ผลผลิตที่แปลกใหม่ และเป็นประโยชน์ ล้ำพียงเพียงความคิดจินตนาการอย่างเดียวคงไม่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการที่ควบคู่ไปกับความอุตสาหะพยายาม จึงทำให้งานสร้างสรรค์สำเร็จลงได้

Mc Candless (อ้างถึงใน มารศรี ทองเนตร, 2530) มองความคิดสร้างสรรค์ในแง่ของกระบวนการและผลผลิตว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ในแง่ของกระบวนการสร้างสรรค์ สามารถพิจารณาในรูปของการคิดอย่างซับซ้อน สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ใหม่ๆ ระหว่างวัตถุหรือเหตุการณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน ทักษะในการสื่อความหมายความคิดของตนต่อคนอื่น คำจำกัดความในแง่กระบวนการ ประกอบด้วย ความคล่องในการโยงความสัมพันธ์ และความเป็นเอกลักษณ์ ซึ่งเป็นตัวประกอบของความคิดอเนกนัยหรืออาจพิจารณาการสร้างสรรค์ในรูปของผลผลิตที่แปลกใหม่ หรือมีความคิดริเริ่มเป็นที่ยอมรับ มีประโยชน์ มีความหมายและคุณค่าต่อผู้สร้าง ต่อวัฒนธรรม ชีวตกลองเบื้องต้นของเรามีดังนี้

1. การสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมทางสติปัญญา สามารถแสดงออกได้หลายทาง ในระดับต่างกัน

2. ทุกคนมีความสามารถทางสร้างสรรค์จะต่างกันที่ความสามารถนั้นมีมากหรือน้อยต่างกันเท่านั้น

3. ความสามารถในทางสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ภายใต้เงื่อนไขบางประการ

4. ความสามารถในทางสร้างสรรค์ เป็นส่วนที่มีคุณค่าต่อพัฒนาการของมนุษย์ ควรได้รับการสนับสนุน และกระตุ้นให้เกิดขึ้นในโรงเรียน

5. ความสามารถทางสร้างสรรค์มีลักษณะเด่นคือ ความคิดนอกเนกนัย (divergent thinking) ซึ่งต่างจากความคิดเอกนัย (convergent thinking)

Torrance (อ้างถึงใน กัมปนาท วัชรธนาคม, 2534) ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ว่า หมายถึง กระบวนการคิดที่บุคคลสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และสามารถตั้งแนวความคิด หรือสมมติฐานที่สามารถพิสูจน์ได้ เมื่อทดสอบสมมติฐานนั้นแล้วก็สามารถถ่ายทอดการค้นพบนั้นให้ผู้อื่นทราบได้ กระบวนการคิดนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น ดังนี้

1. กระบวนการรับรู้ว่ามีปัญหา มีปัญหา มีช่องว่าง
2. กระบวนการตั้งแนวความคิด หรือการสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานั้น

3. กระบวนการทดสอบสมมติฐาน

4. กระบวนการถ่ายทอดผลผลิตที่ได้มาให้ผู้อื่นทราบ

Guilford (อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2534) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความคิดทางสมองเป็นความสามารถที่จะคิดได้หลายทิศหลายทางหรือแบบออกนอกเนกนัย และความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดที่เป็นของตนเองโดยเฉพาะ คนที่มีลักษณะดังกล่าว จะต้องเป็นคนกล้าคิด ไม่กลัวถูกวิพากษ์วิจารณ์และมีอิสระในการคิดด้วย

อาร์ รังสินธ์ (2526) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ว่า หมายถึง กระบวนการของความรู้สึกรู้สึกไวต่อปัญหา หรือสิ่งบกพร่องที่หายไป แล้วรวบรวม ความคิดหรือตั้งเป็นสมมติฐานและเผยแพร่สิ่งที่ค้นพบ ประกอบด้วย

ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการคิดสิ่งแปลกใหม่ และแตกต่างไปจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดา และแตกต่างไปจากบุคคลอื่น

ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการคิดอย่างรวดเร็วและมีปริมาณตอบสนองได้มาก

ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) หมายถึงความสามารถในการคิดรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดริเริ่มให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ทศนีย์ บุญเติม (2526) มีแนวความคิดว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดแบบอเนกนัยหรือความคิดหลายแนวทาง มีลักษณะพิเศษ 3 อย่าง คือ ความคล่องในการคิด หมายถึง การคิดคำตอบของปัญหาได้มากในเวลาจำกัด

ความยืดหยุ่นของการคิด หมายถึงสามารถคิดคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

ความคิดริเริ่ม หมายถึงความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบใคร

มารศรี ทองเนตร (2530) สรุปความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย (Divergent Thinking)

2. ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination)

3. ความคิดสร้างสรรค์ เกิดจากการนำประสบการณ์เดิมมาประยุกต์ผสมผสานทำให้เกิดผลผลิตใหม่

4. ความคิดสร้างสรรค์ มีอยู่ในตัวบุคคลทุกคน แต่มีระดับมากน้อยต่างกัน

5. ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาขึ้นได้

6. ความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ไม่ซ้ำหรือลอกเลียนแบบใคร

ประจิต นามโคตร (2530) ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของสมอง ในการคิดหลายแนวทาง อย่างซับซ้อน มองเห็นความสัมพันธ์ที่ดูเหมือนว่าไม่สัมพันธ์กัน สามารถนำ ประสบการณ์เดิมมาสร้างความคิดใหม่ เพื่อแก้ปัญหาในแนวทางใหม่ รวมถึง ความสามารถในการสร้างจินตนาการประยุกต์ ด้วยความอดสาหะพยายาม ความคิดสร้างสรรค์แสดงออกได้หลายระดับ ทุกคนมีความคิดสร้างสรรค์ในระดับมาก-น้อยต่างกัน และสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้นได้ ความคิดสร้างสรรค์ มีลักษณะพิเศษ คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่น ในการคิด และความคิดริเริ่ม

กรมวิชาการ (2534) สรุปไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึงความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้น ทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไป และความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดที่เป็นของตนเอง หรือ ความคิดริเริ่ม

จากแนวความคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักการศึกษาที่กล่าว มาพอสรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็น ความสามารถของสมองในการคิดที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบใคร คิดหลายแนวทาง อย่างซับซ้อน คิดหาคำตอบในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทางในเวลาอันจำกัด ซึ่งประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) ซึ่งทุกคนมีความคิดสร้างสรรค์มากน้อยต่างกันและสามารถ พัฒนาได้

2.4.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ก่อนที่จะเข้าใจ ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ต้องเข้าใจความหมายของคำว่า "วิทยาศาสตร์" ก่อน วิทยาศาสตร์นั้นเป็น ทั้งความรู้ และกระบวนการซึ่งได้มาซึ่งความรู้นั้น ไม่ว่าผลผลิตและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกันอย่างมากกับความคิดสร้างสรรค์

ดังนั้น ความหมายของวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน จึงมักมีขอบเขตรวมไปถึงงาน
ของนักวิทยาศาสตร์ และความพยายามที่จะสร้างสรรค์ผลงาน

Eisner (อ้างถึงใน นฤมล ยุตะคม และคณะ, 2522) กล่าวว่า
ผู้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. มีจิตใจมั่นคง มองปัญหาด้วยความคิดแบบวัตถุนิสัย (Objective Manner)
2. เป็นคนมีอารมณ์ขัน
3. มีนิสัยพิเศษ
4. มีความสนใจกว้างขวาง
5. เป็นคนมีจุดหมาย
6. มีความสามารถทางการเรียนสูง

และเขามีความคิดเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะ
ต้องอาศัยองค์ประกอบ 2 ประการคือ ความคิดริเริ่มและจินตนาการ ซึ่งต้อง
เกิดขึ้นพร้อมกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวความคิดที่เป็นการริเริ่ม และเป็นการ
พัฒนาผลิตผลใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของวิทยาศาสตร์ และคุณลักษณะของผู้มีความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
หมายถึง วิธีการคิดแบบหนึ่งซึ่งแสดงความสามารถที่จะเข้าใจปรากฏการณ์
ต่างๆ ในจักรวาลได้อย่างลึกซึ้งในแนวทางใหม่ สามารถที่เสนอความคิด
รวบรวมความคิดต่าง ๆ เพื่อพัฒนาโมเดลใหม่ ซึ่งสามารถอธิบาย
ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีคุณค่าได้

ทัศนีย์ บุญเติม (2526) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยา
ศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่อง
ของการคิดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประจิต นามโคตร (2530) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการนำทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการ

ทดลอง มาใช้แก้ปัญหาในลักษณะหลายแนวทางต่อการเรียนรู้การแก้ปัญหา ในการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ การทดลองที่แปลกใหม่เกี่ยวกับ ปรัชญาการณธรรมชาติ แล้วเผยแพร่ให้คนอื่นรู้ ตลอดจนการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้ผลผลิตใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่าและมีประสิทธิภาพ สูงกว่าเดิม มาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักการศึกษาที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการนำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้เป็นแนวทางในการคิดสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์ การทดลอง ที่แปลกใหม่รวมถึงการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ได้ผลผลิตใหม่ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีความคล่องในการคิด ความคิดริเริ่ม และความยืดหยุ่นในการคิดเป็นส่วนประกอบ

2.4.3 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของไทย สร้างขึ้นโดยดัดแปลงมาจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (Torrance test of Creative Thinking) ฉบับภาษาอังกฤษเป็นสื่อ ลักษณะของแบบวัด จะเร้าให้ผู้สอบแสดงความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาในรูปของภาษา ซึ่งล้วนแต่ยึดตามแนวกิจกรรมของ Torrance และให้คำนิยามความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวของ Guilford

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นโดย ประจิต นามโคตร มาเป็นเครื่องมือในการวิจัย ซึ่งแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาชุดนี้ สร้างขึ้นตามแนวของ Torrance เป็นฉบับภาษาไทย เหตุผลในการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ภาษาไทยนี้มีดังนี้

1. นักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย สามารถสื่อความหมายด้วยสื่อภาษาไทยเขียนได้

2. เป็นการประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และสะดวกในการใช้แบบวัด ทั้งกับนักเรียนที่มีจำนวนมากและจำนวนน้อย

ลักษณะสำคัญของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มุ่งให้นักเรียนใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตอบคำถามให้ได้มากที่สุด และมีความแปลกใหม่ในเวลาจำกัด ภายในห้องสอบจะสร้างบรรยากาศให้เป็นกันเอง เพื่อไม่ให้เกิดความหวาดกลัวไม่กล้าตอบคำถาม กระตุ้นให้เด็กเกิดความสนใจ อยากร่วมกิจกรรม ตอบคำถามอย่างจริงจัง สำหรับเวลาการตอบคำถามแต่ละข้อ กำหนดให้ตอบในเวลาจำกัด ทั้ง Guilford และ Torrance มีความเห็นตรงกันว่า "เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์เท่านั้นที่จะได้คะแนนองค์ประกอบต่างๆ เช่น ความคล่อง และความคิดริเริ่มมากที่สุด" (อ้างอิงใน ประจิต นามโคตร)

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอน

2.5.1 ความหมายของชุดการสอน

ปัจจุบันชุดการสอน (Instructional Packages) เป็นนวัตกรรม การศึกษาอย่างหนึ่ง ที่เข้ามามีบทบาทต่อการเรียนการสอน และช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้ให้ความหมายของชุดการสอนไว้หลายทัศนะดังนี้

Kapfer และ Kapfer (อ้างอิงใน วัฒนา สิงหนาววัฒน์) ได้ให้ความหมายชุดการสอนว่า ชุดการสอนเป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครู กับนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม จนบรรลุ พฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ การนำเสนอที่จะนำมาผลิตชุดการสอนนั้น ได้มาจากขอบข่ายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ และ เนื้อหา นั้นจะถูกตัดชัดเจน สามารถสื่อความหมายให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม ตามเป้าหมายของการเรียน

Duan (อ้างถึงใน วัฒนา สิงหนวัฒน์) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนว่าเป็นชุดวัสดุประกอบการเรียน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมายและชุดการสอนแตกต่างจากการสอนระบบอื่นๆ คือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ดำเนินการตามความสามารถของตนเอง และวิธีของตนเองซึ่ง Brown, Lewis และ Harclerod(1977) กล่าวว่า ชุดการสอนเป็นสื่อประสมที่สร้างขึ้น เพื่อช่วยครูให้สามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกล่องหรือชุดบางครั้งประกอบด้วยเอกสารเพียงอย่างเดียว บางชุดเป็นโปรแกรมที่มีบัตรคำสั่ง ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง

Sampath, Pannirselvan และ Santhaman (อ้างถึงใน วัฒนา สิงหนวัฒน์) ให้ความหมายของชุดการสอนว่า เป็นชุดที่ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่มีความสัมพันธ์กันอาจจะประกอบด้วยภาพยนตร์ ฟิล์ม ฟิล์มรูป สไลด์ ฟิล์มสตริป เทปบันทึกเสียง ภาพกราฟิก หุ่นจำลองและสื่ออื่น ๆ ที่ผลิตออกจำหน่าย อาจจัดเตรียมไว้หรือไม่ได้จัดเตรียมไว้ก็ได้ นอกจากนี้จะต้องมีการวางแผนล่วงหน้าเพื่อให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ดี และตรงตามวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้เรื่องนั้น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2522) กล่าวถึงชุดการสอนหรือชุดการเรียน (Instructional Packages) ว่าเป็นระบบการผลิตและการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชามาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

พิมพ์ใจ ภีบาลสุข (2526) ให้ความหมายว่า ชุดการสอนเป็นสื่อประสมที่ได้จากระบบการผลิตและการนำสื่อการสอนที่สอดคล้องกับวิชา วัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถหรือทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

จากความหมายของชุดการสอนที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่าชุดการสอนหมายถึง ชุดการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นชุดสื่อประสมที่ผลิตขึ้นอย่างมีระบบ สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจจะประกอบด้วยสื่อการเรียนการสอนอย่างมากมาย หรือบางครั้งอาจจะ

ประกอบด้วยเอกสารเพียงอย่างเดียว โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมี
โอกาสเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มและกำหนดเวลาในกิจกรรมการเรียนรู้
การสอน

2.5.2 แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอน

แนวคิดและหลักการในการนำเอาชุดการสอนมาใช้ในระบบการศึกษา
สรุปได้ 5 ประการคือ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523)

1. การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการ
ความถนัดและความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ มนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่าง
กัน ในด้านความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย
อารมณ์ สังคม และความแตกต่างปลีกย่อยอื่น ๆ ดังนั้นในการนำเอาหลัก
ความแตกต่างเหล่านี้มาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ จึงต้องคำนึงถึงความ
แตกต่างระหว่างบุคคล วิธีการที่เหมาะสมมากที่สุดคือการจัดการสอน หรือ
การศึกษาตามเอ็กติภาพ หรือการศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งล้วนแต่เป็นวิธีที่เปิด
โอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียน ตามระดับสติปัญญา ความสามารถ และ
ความสนใจโดยมีครูคอยช่วยเหลือตามความเหมาะสม ปัจจุบันได้มีการทดลอง
และวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับการสอนรายบุคคลอย่างกว้างขวางทุกระดับการศึกษา
จนเป็นที่ยอมรับว่าการสอนวิธีนี้กำลังก้าวหน้าไปมาก โดยมีเทคโนโลยีการ
ศึกษาใหม่ ๆ เป็นเครื่องช่วยในการสอน

2. ความพยายามที่จะเปลี่ยนแนวการเรียนการสอนไปจากเดิมที่เคย
ยึด "ครู" เป็นแหล่งความรู้หลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เรียน
ด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์
และวิธีการ การนำสื่อการสอนมาใช้จะต้องจัดให้ตรงเนื้อหาและประสบการณ์
ตามหน่วยการสอนของวิชาต่างๆ โดยนิยมจัดในรูปของชุดการสอน การเรียน
ด้วยวิธีนี้ ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด
ส่วนอีกสองในสามผู้เรียนจะศึกษาด้วยตนเอง จากที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้ในรูป
ของชุดการสอน และผู้สอนชี้แหล่งชี้ทางให้

3. การใช้สื่อกิจกรรม ได้เปลี่ยนแปลงและขยายตัวออกไปเป็นสื่อการสอนซึ่งคลุมถึงวัสดุสิ่งปลูกสร้าง (วัสดุ) เครื่องมือ (อุปกรณ์) และกระบวนการอันได้แก่ การสาธิต การทดลองและกิจกรรมต่าง ๆ เดิมนั้น การผลิตและการใช้สื่อการสอนมักออกมาในรูปแบบคนต่างผลิต ต่างคนต่างใช้เป็นสื่อเดี่ยวมิได้มีการจัดระบบการใช้สื่อให้บูรณาการอย่างเหมาะสม และใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับนักเรียน แทนการให้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนอยู่ตลอดเวลา แนวโน้มใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบสื่อประสมให้เป็นชุดการสอน อันจะมีผลต่อการใช้สื่อการสอนของครู คือเปลี่ยนจากการใช้สื่อ "เพื่อช่วยครูสอน" คือครูเป็นผู้หยิบใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาเป็นการใช้สื่อ "เพื่อนักเรียนเรียน" คือให้นักเรียนได้หยิบฉวย และใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยอยู่ในรูปของชุดการสอน

4. ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับสภาพแวดล้อม แต่ก่อนความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนในห้องเรียน มีลักษณะเป็นทางเดียวคือครูเป็นผู้นำและนักเรียนเป็นผู้ตาม ครูมิได้เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี นักเรียนอาจจะมีโอกาสพูดก็ต่อเมื่อครูให้พูด การตัดสินใจของนักเรียนส่วนใหญ่มักจะตามครู นักเรียนเป็นฝ่ายเอาใจครูมากกว่าครูเอาใจนักเรียน จึงปรากฏอยู่บ่อย ๆ ว่าครูวิจารณ์หรือพูดเยาะนักเรียนในชั้น โดยเฉพาะในกรณีที่นักเรียนตอบไม่ถูกต้องตามใจครู หรือกระทำอะไรผิดพลาด แต่ถ้านักเรียนทำอะไรดีควรแก่การชมเชย ครูจะนิ่งเฉยเสีย เพราะหากชมก็กลัวนักเรียนจะหลงตัวเอง ดังนั้น นักเรียนไทยส่วนใหญ่จึงพกเอาประสบการณ์ที่ไม่พึงใจเมื่อเติบโตขึ้นในส่วนที่เกี่ยวกับนักเรียนต่อนักเรียนในห้องเรียนนั้นแทบจะไม่มีเลย เพราะครูส่วนใหญ่ไม่ชอบให้นักเรียนคุยกัน นักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่มีโอกาสได้ฝึกฝนการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ และเชื่อฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เมื่อโตขึ้นจึงทำงานร่วมกับผู้อื่นไม่ได้ นอกจากนี้ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสภาพแวดล้อม ก็มักจะมีเพียงชอล์ก กระดานดำ และแบบเรียน ในห้อง

สี่เหลี่ยมแคบ ๆ หรือในสนามหญ้า ครูไม่เคยพานักเรียนออกไปสู่สภาพนอก
 โรงเรียน การเรียนการสอนจึงจัดอยู่ในห้องเรียนเป็นส่วนใหญ่ แนวโน้ม
 ในปัจจุบัน และอนาคตของกระบวนการเรียนรู้ จึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียน
 ประกอบกิจกรรมร่วมกัน

5. การจัดสภาพสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้
 มาใช้โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึง ระบบ
 การเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน

- 1) ได้เข้าร่วมกิจกรรมด้วยตนเอง
- 2) ได้ทราบว่าการตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร
- 3) มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้ผู้เรียนภาคภูมิใจ ที่ได้ทำถูกหรือคิดถูก
 อันจะทำให้การกระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต
- 4) ได้ค่อยเรียนรู้ไปทีละขั้นตอน ตามความสามารถ และความสนใจ
 ของผู้เรียนโดยไม่มีใครบังคับ

การจัดสภาพการณ์ ที่จะอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ตามนัยดังกล่าวข้างต้น
 จะมีเครื่องมือช่วยให้บรรลุจุดหมายปลายทาง โดยการจัดการสอนแบบ
 โปรแกรม ในรูปของกระบวนการและใช้ชุดการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญ

2.5.3 ประเภทของชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ แบ่งชุดการสอนออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- 1) ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการสอนที่มุ่งช่วยขยาย
 เนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น โดยให้ผู้สอนพูดน้อยลง และ
 ให้สื่อการสอนทำหน้าที่แทน ชุดการสอนแบบบรรยายนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรม
 และการสอนในระดับอุดมศึกษา ที่ยังถือว่าการสอนแบบบรรยายยังมีบทบาท
 สำคัญในการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียน

- 2) ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้
 ประกอบกิจกรรมกลุ่ม เช่น ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนแบบกลุ่ม
 สัมพันธ์ เป็นต้น

3) ชุดการสอนตามเอกัตภาพ หรือชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถและความพร้อมของตัวเอง ชุดการสอนรายบุคคล อาจออกมาในรูปของหน่วยการสอนย่อย หรือโมดูล

4) ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

2.5.4 องค์ประกอบของชุดการสอน

ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีหลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆที่สำคัญ เช่น

Duan (อ้างถึงใน วัฒนา สิงหนวัฒน์) กล่าวถึงโครงสร้างพื้นฐานของชุดการสอนว่ามี 7 ประการ คือ

- 1) จุดหมายของเนื้อหาที่จะต้องเรียน
- 2) เนื้อหา
- 3) จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
- 4) กิจกรรมในการเรียน
- 5) กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดเจตคติ
- 6) เครื่องมือวัดผลก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน
- 7) คู่มือครู

Houston และ คณะ (อ้างถึงใน พิมพ์ใจ ภิบาลสุข) เห็นว่าองค์ประกอบของชุดการสอนจะต้องประกอบด้วยส่วนต่างๆ 5 ส่วน ด้วยกัน

- 1) คำชี้แจง อธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมาย ขอบข่ายของชุดการสอน สิ่งที่คุณเรียนจะต้องมีความรู้ก่อนเรียน ขอบข่ายของกระบวนการทั้งหมดในชุดการสอน

- 2) จุดมุ่งหมาย เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
- 3) การประเมินผลเบื้องต้น เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่า ผู้เรียนมีความรู้เท่าใดก่อนใช้ชุดการสอน และดูว่าเขามีสัมฤทธิ์ผลตามความมุ่งหมายมากน้อยเพียงใด
- 4) การกำหนดกิจกรรม เป็นการกำหนดกิจกรรมของผู้เรียน
- 5) การประเมินผลครั้งสุดท้าย เป็นการวัดผลหลังเรียนจากชุดการสอนแล้ว

Nelson และ Lorbear (อ้างถึงใน บุญเลิศ เสียงสุขสันต์) ได้สร้างชุดการเรียนรู้กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ สำหรับแนะนำครู ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูสามารถนำกิจกรรมไปใช้ในห้องเรียน ในการสร้างชุดการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม ประกอบด้วยปัญหา เพื่อนำไปสู่กิจกรรมด้วยคำถาม การที่มีปัญหาและคำถามจะช่วยให้ครูเลือกกิจกรรมต่างๆ ที่เหมาะสมมาใช้ในการสอนตามความคิดของเด็กได้ มีลักษณะของชุดการเรียนรู้ กิจกรรมประกอบด้วย

- 1) ปัญหา ซึ่งเป็นเรื่องของกิจกรรม
- 2) วัสดุอุปกรณ์
- 3) วิธีดำเนินการทดลอง
- 4) รายละเอียดเพิ่มเติม ประกอบด้วย การอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ และคำแนะนำต่างๆในการศึกษาต่อไป
- 5) คำถามท้ายกิจกรรม เพื่อให้เกิดความคิด คำถามเร้าใจเด็ก ให้เกิดการซักถามและคิดหาวิธีการเพื่อหาคำตอบเหล่านั้น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2521) กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดการสอนจะต้องประกอบด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญ คือ

- 1) คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับครูและผู้เรียนตามลักษณะของชุดการสอน ภายในคู่มือครู จะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการสอนเอาไว้โดยละเอียด ครูและผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามคำชี้แจงนั้นอย่างเคร่งครัด จึงจะสามารถใช้ชุดการสอนนั้นอย่างได้ผล คู่มือครูอาจทำเป็นแผ่นหรือเป็นเล่ม ซึ่งมีส่วนสำคัญ ดังนี้

- คำชี้แจงสำหรับครู
- บทบาทของผู้เรียน
- การจัดชั้นเรียนพร้อมแผนผัง
- แผนการสอน
- แบบฝึกปฏิบัติ

2) บัตรคำสิ่ง เพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้นักเรียน บัตรคำสิ่ง ประกอบด้วย

- คำอธิบายเรื่องที่ศึกษา
- คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม
- การสรุปบทเรียน

บัตรคำสิ่งต้องมีถ้อยคำกระชับรัดกุม เข้าใจง่าย ชัดเจนครอบคลุมกิจกรรมที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนทำ ผู้เรียนต้องอ่านบัตรคำสิ่งให้เข้าใจเสียก่อนแล้วปฏิบัติตามเป็นขั้นๆไป

3) เนื้อหาและสื่อ จะถูกบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่างๆ อาจจะเป็นประกอบด้วยบทเรียนสำเร็จรูป สไลด์ เทปบันทึกเสียง แผ่นโปร่งใส หุ่นจำลอง เป็นต้น ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่างๆที่บรรจุในชุดการสอนตามบัตรคำสิ่งที่กำหนดไว้ให้

4) การประเมินผล เป็นการประเมินผลกระบวนการทั้งก่อนเรียน และหลังเรียน อาจอยู่ในรูปแบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้า เป็นต้น

ส่วนประกอบทั้งหมดนี้ อาจจัดอยู่ในซองหรือกล่องอย่างเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนวิทยาศาสตร์ โดยอิงการสร้างชุดการสอนแผนจุฬาฯ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523) ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- 1) คู่มือครู
- 2) บัตรคำสิ่ง และบัตรกิจกรรม
- 3) บัตรเนื้อหา บัตรคำถามและสื่อ
- 4) การประเมินผล

2.5.5 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน

การสร้างชุดการสอนแผนจุฬาฯ มีขั้นตอนที่สำคัญ 10 ขั้นตอน คือ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์)

1. กำหนดหมวดหมู่และเนื้อหาประสบการณ์ อาจจะกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามที่เหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน ประมาณเนื้อหาวิชาที่ครูจะถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์ หรือสอนได้หน่วยละครั้ง ครั้งละประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนต้องถามตัวเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์อะไรแก่ผู้เรียนบ้าง แล้วกำหนดหัวข้อเรื่องออกมาเป็น 4 - 6 หัวเรื่อง

4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการ มโนทัศน์และหลักการที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปแนวความคิด และหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาการสอนให้สอดคล้อง

5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นวัตถุประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วเปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. กำหนดกิจกรรม ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือกและผลิตสื่อการสอน "กิจกรรมการเรียนรู้" หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสิ่ง เขียนภาพ ตอบคำถาม ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ การเล่นเกม

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากผ่านกิจกรรมมาแล้ว นักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์หรือวิธีการที่ครูใช้ ถือเป็นอุปกรณ์การสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองสอนเพื่อหา

ประสิทธิภาพ เรียกว่า "ชุดการสอน"

9. หาประสิทธิภาพของชุดการสอนเพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปใช้สอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอน และตามระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ ดังนี้

1) ทดสอบก่อนเรียน เป็นการวัดผลเพื่อประเมินพฤติกรรมเบื้องต้น อันเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน

2) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้น มีความต้องการที่จะเรียน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้สอนด้วย ในการนำเข้าสู่บทเรียนให้น่าสนใจ

3) ชี้นำประกอบกิจกรรมการเรียน ครูต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจในการทำกิจกรรม ก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม

4) ชี้นำสรุปบทเรียน เพื่อให้แน่ใจว่า นักเรียนได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดหรือหลักการที่สำคัญ

5) ทดสอบหลังเรียน เป็นการวัดผลการเรียน โดยการทำข้อสอบอีกครั้งหนึ่ง เพื่อประเมินดูว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน

2.5.6 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ, 2521)

การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลองใช้ แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน มีขั้นตอน ดังนี้

2.5.6.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับแล้ว ชุดการสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ กระทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต้นเรื่องและพฤติกรรมขั้นสุดท้าย โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ E_2 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งคิดเป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนที่ได้ ดังนั้น E_1 / E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เช่น 80/80 หมายความว่า เมื่อเรียนจากชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัด หรือทำงานได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 การกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 โดยปกติ เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85, หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะมักจะตั้งต่ำกว่านี้ เช่น 75/75

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพชุดการสอนไว้คือ 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

2.5.6.2 การหาประสิทธิภาพชุดการสอน

เมื่อผลิตชุดการสอนเป็นต้นฉบับแล้ว นำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) คือ ทดลองกับนักเรียน 3 คน โดยใช้เด็กที่มีระดับสติปัญญา สูง ต่ำ ปานกลาง นำผลที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพ โดยปกติคะแนนที่ได้จากการหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว จะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก

2. การหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1:10) คือ ทดลองกับนักเรียน 6 - 10 คน นำผลที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3. การหาประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) คือ ทดลองกับนักเรียน ทั้งชั้น 30 - 100 คน นำผลที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วปรับปรุงให้ สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง ผลที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกินร้อยละ ± 2.5 ก็ยอมรับ แต่ถ้าต่างกันมากต้องกำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพของชุดการสอนใหม่ โดยยึดหลักความจริงเป็นเกณฑ์

2.5.6.3 การคำนวณหาประสิทธิภาพ

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

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

ΣX = คะแนนรวมของแบบทดสอบแต่ละแผนการสอน

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบทุกแผนการสอนรวมกัน

N = จำนวนผู้เรียน

และ

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

เมื่อ E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣF = คะแนนรวมของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

N = จำนวนผู้เรียน

2.5.7 ลักษณะของชุดการสอนที่ดี

Smith (อ้างถึงในวัฒนา สิงหนวัฒน์, 2533) ได้ให้ความเห็นว่า ชุดการสอนที่ดีนั้น จะต้องจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกและวิธีการต่างๆ ให้แก่ ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย เช่น

1. ใช้สื่อหลายอย่างเพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการเรียนดีขึ้น

2. หาวิธีการหลายๆรูปแบบ โดยมีจุดมุ่งหมายและกระบวนการ

หลายอย่าง

3. แบ่งเนื้อหาออกเป็นขั้นตอน ตามลำดับขั้นความยากง่าย

4. ควรมีกิจกรรมหลายๆอย่าง ให้ผู้เรียนได้เลือกและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

Smith ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าชุดการสอนที่ดีนั้น ต้องมีสิ่งดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เช่น มีสีต่างๆ ประกอบตามความจำเป็น รวบรวมสื่อและเรื่องราวต่างๆ ใส่ในกล่องขนาดเหมาะสม จะทำให้สะดวกต่อการเก็บรักษา และการนำไปใช้

นิพนธ์ (อ้างถึงใน ตำรารักษ สิงสุรศักดิ์, 2529) ได้กล่าวถึงลักษณะของชุดการสอนที่ดี ดังนี้

1. เป็นชุดการสอนที่เหมาะสม ตรงตามจุดหมายที่ตั้งไว้
2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. สื่อที่ใช้สามารถเร้าความสนใจของผู้เรียนได้ดี
4. มีคำแนะนำหรือวิธีการใช้อย่างละเอียด ง่ายต่อการใช้
5. มีวัสดุอุปกรณ์ในการเรียนการสอนทั้งหมด ที่กำหนดไว้ในบทเรียน

อย่างครบถ้วน

6. ได้ทดลองและปรับปรุงให้ทันต่อเหตุการณ์เสมอ
7. มีความคงทนต่อการเก็บ และการหยิบใช้

2.5.8 คุณค่าหรือประโยชน์ของชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523) กล่าวถึงคุณค่าของชุดการสอน สรุปได้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้อ่านถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เช่น การทำงานของเครื่องจักรกล อวัยวะในร่างกาย การเติบโตของสัตว์ชั้นต่ำ ฯลฯ ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี

2. ช่วยเร้าความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

4. ช่วยสร้างความพร้อมและมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถหยิบไปใช้ได้ทันที โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมการสอนล่วงหน้า

5. ทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียน เป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียน เรียนได้ตลอดเวลาไม่ว่าอาจารย์ผู้สอน จะมีสภาพจิตหรือมีความขัดข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด

6. ช่วยให้ผู้เรียนเป็นอิสระจากบุคลิกของครูผู้สอน เนื่องจากชุดการสอน ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู แม้ครูจะพูดหรือสอนไม่เก่ง ผู้เรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากชุดการสอนที่ได้ผ่านการหาประสิทธิภาพมาแล้ว

7. ในกรณีครูขาด ครูคนอื่นสามารถสอนแทนได้ เพราะชุดการสอน มีวิธีการสอน อุปกรณ์ เตรียมไว้อำนวยความสะดวกอยู่แล้ว โดยครูผู้สอน ไม่ต้องเตรียมตัวอะไรมากนัก

8. สำหรับชุดการสอนรายบุคคล และชุดการสอนทางไกล เช่น ชุดการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช จะช่วยให้การศึกษามวลชนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะผู้เรียนสามารถเรียนได้เองที่บ้าน ไม่ต้องเสียเวลาและเงินทองนั่งรถไปเรียนที่มหาวิทยาลัย หรือเสียค่าใช้จ่ายอื่นๆ อีก

ชุดการสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ดังนี้ (สันทิต ภิบาลสุข และ พิมพ์ใจ ภิบาลสุข, 2525)

1. ช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษาอยู่ เพราะชุดการสอน จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองมากที่สุด

2. ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง และเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของตนเอง

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

ความคงทนในการเรียนรู้ (Learning Retention) คือการคงไว้ซึ่งผลของการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกถึงสิ่งเร้าที่เคยเรียนมา หลังจากที่ได้ทิ้งไว้ที่ระยะเวลาหนึ่ง ความจำเป็นพฤติกรรมภายใน (Conver Behavior) ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจ เช่นเดียวกับความรู้สึก การรับรู้ การสัมผัสและการจินตนาการของมนุษย์ (สุดสวาสดี สุชาติพงษ์, 2533) ซึ่งทฤษฎีและหลักการ เกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ จะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

2.6.1 ความหมายของการจำ

อบรม (ม.ป.ป.) ได้ให้ความหมายของการจำไว้หลายประการดังนี้

1. การจำ คือการที่ร่างกายสามารถที่จะคงแสดงอาการ พฤติกรรมที่เคยเรียนมาแล้ว หลังจากที่ได้ทอดทิ้งไประยะหนึ่ง โดยไม่ได้กระทำหรือแสดงอาการอย่างนั้นออกมา

2. การจำ คือการสร้างระบบความรู้ขึ้นใหม่ หลังจากที่ได้เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้ว

3. การจำ คือ การที่บุคคลเก็บเอาประสบการณ์ที่เคยพบเห็นมาเก็บไว้ในจิตใจ เพื่อใช้สำหรับเหตุการณ์ในอนาคต

4. การจำ คือ การนำเอาส่วนของคำตอบสนอง ที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้ว ออกมาแสดงให้เห็นอีกในปัจจุบัน

5. การจำ คือกระบวนการของสมองที่เก็บเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้ไว้และสามารถที่จะนำออกมาใช้ในสถานการณ์ที่จำเป็นได้

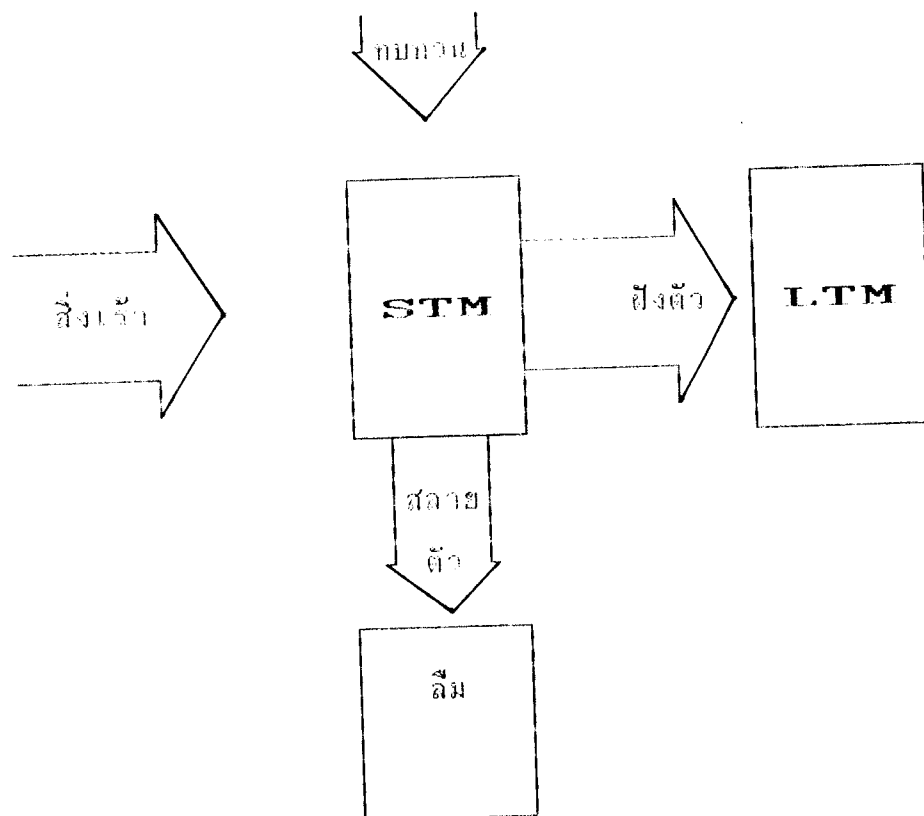
ดังนั้น นักจิตวิทยาจึงอธิบายให้สั้นลงไปอีกว่า ความจำนั้น ได้แก่ การสร้างระบบความรู้ขึ้นใหม่หลังจากที่ได้เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้ว

สรุปได้ว่า ความจำหรือความคงทนในการจำ (Retention) คือ ความรู้ที่นักเรียนคงสภาพไว้ได้เมื่อเวลาผ่านไป

2.6.2 ทฤษฎีความจำ

Atkinson และ Shiffrin (อ้างถึงใน ชัยพร วิชาวุธ, 2520) ได้สร้างทฤษฎีความจำ เชื่อมอธิบายกระบวนการต่าง ๆ ใน Short Term Memory (STM) และ Long Term Memory (LTM) มีชื่อเรียกกันว่า

ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Two - Process Theory of Memory) มีใจความว่า STM เป็นความจำชั่วคราวสิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ใน STM ต้องได้รับการทบทวนตลอดเวลา มิฉะนั้นจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว ในการทบทวนนั้น เราจะไม่สามารถทบทวนทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่ใน STM ดังนั้นจำนวนสิ่งของที่เราจะจำได้ใน STM จึงมีจำกัด การทบทวนป้องกันไม่ให้ความจำสลายตัวไปจาก STM และสิ่งใดก็ตาม ถ้าอยู่ใน STM เป็นระยะเวลาถึงนานสักขั้นก็จะมีการสืบทอดไว้ใน LTM ยิ่งมากถ้าเราจำสิ่งใดไว้ใน LTM ก็จะมีสภาพเป็นความจำที่คงทนถาวร นั่นก็คือ ความคงทนในการจำนั่นเองซึ่งอาจแสดงกระบวนการของ STM กับกระบวนการของ LTM เป็นแผนภูมิได้ดังนี้

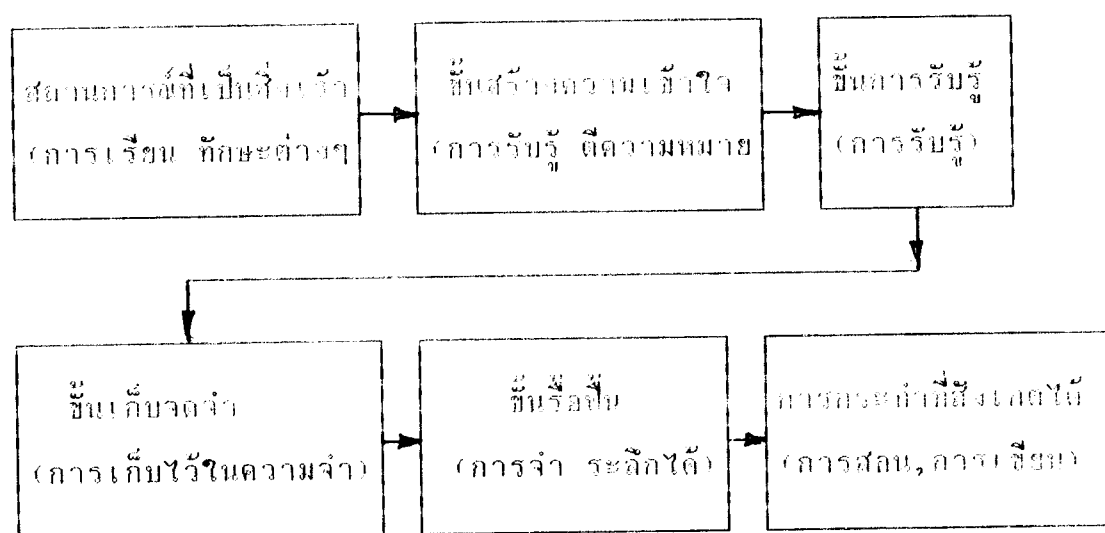


แผนภูมิที่ 4 แสดงทฤษฎีความจำสองกระบวนการ

การที่จะจดจำสิ่งที่เรียนได้มากน้อยเพียงใดนั้น นอกจากจะอาศัย สถานการณ์ช่วยในการเรียนรู้แล้ว การจัดการเรียนการสอนจะต้องดำเนินไป ตามลำดับขั้นเป็นกระบวนการด้วย Gagne' (1970) ได้อธิบายขั้นตอนของ กระบวนการเรียนรู้และการจดจำไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสร้างความเข้าใจ (Apprehension) เป็นขั้นที่ผู้เรียน สามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า
2. ขั้นเรียนรู้ (Acquisition) ขั้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็น ความสามารถอย่างใหม่ขึ้น
3. ขั้นเก็บไว้ในความจำ (Storage) คือ การนำเอาสิ่งที่เรียนรู้ ไปเก็บไว้ในส่วนของความจำเป็นช่วงเวลา
4. ขั้นการรื้อฟื้น (Retrieval) คือการนำเอาสิ่งที่เรียนแล้วและ เก็บเอาไว้ในขณะนั้นออกมาใช้ในลักษณะของการกระทำที่สังเกตได้

ขั้นตอนต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วจะเกิดอย่างใกล้ชิดซึ่งกันมาก การเกิด ขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 อาจพิจารณาารวมกันเป็นสภาพการณ์ของการเรียนรู้ ส่วนในขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 เป็นสภาพของการจำ ดังเขียนแผนภูมิแสดงลำดับ กระบวนการในการเรียนรู้ได้ดังนี้



ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาหนึ่ง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป ความจำก็จะค่อยๆหายไปจนบางครั้งพบข้อความนั้นก็ลืมจำไม่ได้เลย ฉะนั้นถ้าอ่านทวนซ้ำบ่อย ๆ ความจำอาจจะยังคงมีอยู่และช่วยประหยัดเวลาในการจำ

ระบบความจำของคน แยกเป็น 3 ระบบ คือ

1. ระบบความจำจากการรับรู้สัมผัส (Sensory Memory)
2. ระบบความจำระยะสั้น (Short Term Memory)
3. ระบบความจำระยะยาว (Long Term Memory)

ความจำระยะยาวเป็นความจำที่มีคุณค่า เป็นอย่างยิ่งหรือความเข้าใจในสิ่งที่ตนรู้สึก เป็นการจัดเก็บข้อมูลกับประสบการณ์เดิม ความสนใจ และความเชื่อมั่นของแต่ละคน สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการจำอาจสรุปได้เป็น 2 ประการ ประการแรกได้แก่ลักษณะของข้อมูลเอง หรือความสัมพันธ์ของประสบการณ์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ ประการที่สอง ได้แก่ การทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วอยู่เสมอ ซึ่ขพร วิษณุสุข (2520) กล่าวว่า การศึกษาทบทวนสิ่งที่จำได้ก่อนแล้วซ้ำอีก จะช่วยให้ความจำถาวรยิ่งขึ้น และถ้าได้ทบทวนอยู่เสมอแล้ว ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้น จะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาว ซึ่งมีความคงทน ในการจำนี้จะวัดกันยาวนานที่ผ่านการเรียนรู้ไปแล้วนานประมาณ 14 วัน

ทั้งความจำระยะสั้นและระยะยาว เกิดหลังจากการเรียนรู้ หรือการเรียนรู้ เราใช้ความจำระยะสั้นสำหรับความจำเพียงชั่วคราว ส่วนความจำระยะยาว เป็นความจำที่คงทนกว่าความจำระยะสั้น เราจะไม่รู้สึกในสิ่งที่จำอยู่ในความจำระยะยาว แต่เพื่อต้องการใช้หรือมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดมาสะกิดใจ ก็จะสามารถนึกขึ้นได้ทันที (ซึ่ขพร วิษณุสุข, 2520)

สถานการณ์ที่จะช่วยความจำนั้น เป็นวิธีการที่จะช่วยให้เกิดความจำระยะยาว แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. จัดบทเรียนให้มีความหมาย (Meaningfulness)

การจัดบทเรียนให้มีความหมาย (Meaningfulness) อาจกระทำได้โดยการสร้างสื่อสัมพันธ์ (Mediation) การจัดระบบไว้ล่วงหน้า (Advance Organization) การจัดเป็นลำดับชั้น (Hierarchical Structure)

และการจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ (Organization)

2. การจัดสถานการณ์ช่วยต่อการเรียนรู้ (Mathemagenic) อาจกระทำได้โดยการนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่ฝึกฝนอยู่ (Recalls During Periodic) การเรียนเพิ่มขึ้น (Overlearning) การทบทวนบทเรียน (Periodic Reviews) การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ (Logical Memory) การท่องจำ (Recitation) และการใช้จินตนาการ (Imagination) (แอนกอล กรีนสาง, 2522)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

สุปราณี อุดมโศคา (2518) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนจากชุดการสอนด้วยตัวเองในวิชาวิทยาศาสตร์กับการสอนด้วยการบรรยาย กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 90 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 90/90 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่เรียนจากชุดการสอนด้วยตนเองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยวิธีบรรยาย

สมศักดิ์ มากบุญ (2521) ทำการศึกษาวิจัยการสร้างชุดการสอนรายบุคคลวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงและการได้ยิน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน โดยใช้ชุดการสอน

วิมลศรี รักษาพัชรวงศ์ (2522) สร้างชุดการสอนเรื่องการอนุรักษ์ดินและการอนุรักษ์น้ำ ในการสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ของโครงการส่งเสริมสมรรถภาพการสอนของจุฬาฯ พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยการสอนปกติไม่แตกต่างกัน

หน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาจังหวัดในเขตการศึกษา 7 (2529) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การทดลองสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เขตการศึกษา 7 พบว่า ความก้าวหน้าด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยครูที่สอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยครูสอนตามปกติ

หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา (2530) ได้ศึกษาถึงผลการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอนปกติ

บุญเลิศ เสียงสุขสันต์ (2531) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการในแต่ละด้านและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการสอนแบบปกติแตกต่างกัน โดยที่นักเรียนที่สอนโดย ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่สอนแบบปกติ

วราภรณ์ ภูละคร (2533) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการสอนปกติ

หน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดในเขตการศึกษา 9 (2532) ศึกษาเรื่องการทดลองใช้ชุดฝึกเพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถม

ศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา ๑ พบว่า ผลการเรียนรู้กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

วัฒนา สิงหนวัฒน์ (2533) ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนตามปกติ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สุรินทร์ ศรีไชย (2534) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดปฏิบัติกิจกรรมจากสื่อประสมกับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติกิจกรรมจากสื่อประสม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน ความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท และการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน

ภูษิตย์ บุญทองแดง (2536) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับประถมศึกษา โดยทำการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับประถมศึกษาที่พิมพ์เผยแพร่ ในช่วงปี พ.ศ. 2515-2534 จำนวน 169 เล่ม และนำมาสังเคราะห์เชิงปริมาณ จำนวน 52 เล่ม คิดเป็นร้อยละ 30.77 ส่วนการสังเคราะห์เชิงเนื้อหา เป็นการสังเคราะห์ข้อค้นพบของงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ทั้งหมด ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) ผลการสังเคราะห์เชิงปริมาณ พบว่า การสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการสอน บทเรียนโปรแกรมและการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการสอนตามปกติ การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะ ทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามปกติ และพบว่าองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ศึกษาในงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์รวม 13 ด้าน สามารถร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 27.88

2) ผลการสังเคราะห์เชิงเนื้อหา สรุปตามองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนได้ดังนี้

2.1) การเตรียมการสอน ครูยังมีปัญหาเกี่ยวกับการนำหลักสูตรไปใช้เกี่ยวกับเนื้อหา กิจกรรมและสื่อการสอน และการวัดผล หนังสืออ่านเพิ่มเติม ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ที่เสนอความถี่รวมยอดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนมากมีระดับความยากง่ายของการอ่านสูงกว่าระดับชั้นของนักเรียน สื่อการเรียนการสอนต่างๆที่ผลิตขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสื่อการสอนที่ได้รับการพัฒนารูปแบบโดยการเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมรายละเอียดบางประการ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มากขึ้น

2.2) กระบวนการเรียนการสอน ส่วนมากการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิควิธีสอนใหม่ๆ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนตามปกติ ครูสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามเกี่ยวกับความรู้ความจำมากที่สุด

2.3) ผลที่ได้จากการสอน ผลการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก และพบว่าองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับ ผู้ปกครอง นักเรียน ครูและโรงเรียน มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชัชชัย หินเมืองเก่า (2537), ปราโมทย์ ชวัณชัยรัตนภูมิ (2537), สุดสงวน พิมพ์นาม (2537) และอาสา ถัมภจิรา (2537) ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความถนัดในการเรียนรู้ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเปรียบเทียบการสอนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนตามปกติ โดยใช้วิธีการวิจัยแบบ LONGITUDINAL METHOD ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างในการศึกษากลุ่มเดียวกัน คือ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอน และกลุ่มควบคุมสอนโดยแผนการสอนตามปกติ แต่แตกต่างกันที่เนื้อหาวิชาที่นำมาสร้างชุดการสอน ผลการวิจัย พบว่า

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน

3) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองเพิ่มสูงขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Boudreaux (อ้างถึงใน ชีชาวาลย์ สงวนศักดิ์, 2528) ได้วิจัยเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างการสอนตามปกติ การสอนโดยใช้สื่อประสม และการสอนโดยใช้ชุดการสอนแบบกิจกรรม และเพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียน ที่มีต่อการเรียนการสอนทั้ง 3 แบบ กลุ่มตัวอย่างการวิจัยเป็นนักเรียนระดับ 9 ที่ Ruston High School จำนวน 95 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม A เรียนโดยการสอนตามปกติ กลุ่ม B เรียนโดยใช้สื่อประสม และกลุ่ม C เรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบกิจกรรม ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้สื่อประสมและที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบกิจกรรมนั้น สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการสอนตามปกติ

Jacknicke (อ้างถึงใน นิติยา ภูมิไชยา, 2535) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนประถมศึกษาเกรด 2 จำนวน 240 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ พบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

1) งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ในระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่นักเรียนที่เรียนโดยให้ชุดการสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามปกติ ได้แก่ งานวิจัยของ สมศักดิ์ มากบุญ (2521), บุญเลิศ เลี้ยงสุขสันต์ (2531), วัฒนา สิงหานุวัฒน์ (2533), ธวัชชัย หินเมืองเก่า (2537), ปราโมทย์ ขวัญชัยรัตนภูมิ (2537), อาสา ถัมภิรา (2537), สุตสงวน พิมหานาม (2537), และ Boudreaux (1975) ส่วนงานวิจัยที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ได้แก่ งานวิจัยของ วิมลศรี รักษาพิชรวงศ์ (2522)

2) การศึกษาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์งานวิจัยที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ได้แก่ งานวิจัยของ บุญเลิศ เลี้ยงสุขสันต์ (2531), วัฒนา สิงหานุวัฒน์ (2533), ธวัชชัย หินเมืองเก่า (2537), ปราโมทย์ ขวัญชัยรัตนภูมิ (2537), อาสา ถัมภิรา (2537) และ สุตสงวน พิมหานาม (2537) ส่วนงานวิจัยที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน ได้แก่ งานวิจัยของ ทน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดในเขตการศึกษา 9 (2532) ในส่วนงานวิจัยที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน ได้แก่ งานวิจัยของ ทน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดในเขตการศึกษา 7 (2529), ทน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา (2530), บุญเลิศ เลี้ยงสุขสันต์ (2531), วราภรณ์ ภูละคร (2533), วัฒนา สิงหานุวัฒน์ (2533), และ Jacknicke (1975)

3) งานวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ได้แก่ งานวิจัยของ ธวัชชัย หินเมืองเก่า (2537), ปราโมทย์ ขวัญชัยรัตนภูมิ (2537), อาสา ถัมภิรา (2537) และ สุตสงวน พิมหานาม (2537)

4) งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ได้แก่งานวิจัยของชัชชัย หินเมืองเก่า (2537), ปราโมทย์ ชวัณชัยรัตนภูมิ (2537) อาสา คัมภีรา (2537) และสุดสงวน พิมพ์นาม (2537)

5) งานวิจัยเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ พบว่า ความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน ได้แก่งานวิจัยของยุจินทร์ ศรีไชย (2534), ชัชชัย หินเมืองเก่า (2537), ปราโมทย์ ชวัณชัยรัตนภูมิ (2537) อาสา คัมภีรา (2537) และสุดสงวน พิมพ์นาม (2537)

จากเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับชุดการสอน นี้ให้เห็นว่าการเรียนโดยการใช้ชุดการสอน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล และจากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่าชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นชุดการสอนแบบใดสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ และส่วนใหญ่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากชุดการสอนสูงกว่าการสอนตามปกติ และในการศึกษาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าการสอนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นหรือสูงขึ้นกว่าการสอนตามปกติ และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบต่างๆ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ มีการพัฒนาขึ้น สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจในการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้น มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอน และศึกษาผลการใช้ชุดการสอน สำหรับการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป