

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้เรียบเรียงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. ปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน
2. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์
5. ชุดการสอน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### ปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสำคัญและมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ อันเป็นพื้นฐานสำคัญยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ วิทยาศาสตร์จึงได้รับการบรรจุไว้ในหลักสูตรทุกระดับ และเป็นที่ประจักษ์ชัดเจนว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้บรรจุเนื้อหาที่เป็นแนวความคิดหลักพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต และสอดแทรกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีมากขึ้น ประกอบกับการกำหนดจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหา หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันจะเป็นแนวทางในการดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพ

แต่ปัจจุบันพบว่า การจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเกือบทุกระดับยังเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มากเท่าที่ควร ดังผลปรากฏจากการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า มีการสอนนักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก ส่วนเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่น้อยกว่าในส่วนที่เป็นเนื้อหา (กระทรวงศึกษาธิการ,

2539 อ้างถึงใน เนื้อทอง น่ายี, 2544) จากการประเมินผลดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ครูผู้สอนส่วนใหญ่สอนเน้นเนื้อหามากกว่าเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นผลให้การเรียนรู้ของนักเรียนขาดทักษะพื้นฐานที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จากปัญหาและจุดมุ่งหมายที่เน้นให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลดังกล่าวข้างต้น กระทรวงศึกษาธิการ (2532) จึงได้กำหนดให้โรงเรียนจัดกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญ ที่จะนำไปสู่การเป็นคนมีใจใฝ่รู้อยู่เสมอ มีใจรักในวิทยาศาสตร์ สามารถเสาะหาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตได้ และจุดเน้นที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ รูปแบบกิจกรรมและคำถามมีลักษณะที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และใช้ความคิดของนักเรียนเองมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่ยั่งยืน สามารถพึ่งตนเองได้ในอนาคต แต่จากสภาพการณ์ของการจัดการศึกษาที่ดำเนินการอยู่แม้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในฐานะผู้พัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของประเทศ จะได้วางเป้าหมายปรัชญา กระบวนการเรียนการสอน เนื้อหา และแนวความคิดรวบยอดหลักของรายวิชาไว้อย่างมีระบบและเป็นไปตามมาตรฐานสากล เช่นเดียวกับนานาชาติประเทศ แต่ยังคงพบว่า กระบวนการเรียนการสอนยังไม่ได้ นำปรัชญาและจุดมุ่งหมายหลักของหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติในระดับโรงเรียนอย่างแท้จริงและกว้างขวาง จึงเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยค่อนข้างต่ำ จะเห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาของเด็กไทย โดยเฉลี่ยมีผลสัมฤทธิ์ต่ำในด้านกระบวนการคิด การวิเคราะห์และการสังเคราะห์รวมถึงความรู้ทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนด้วยการจำรับการถ่ายทอดเนื้อหาวิชามากกว่าให้รู้จักคิดวิเคราะห์และ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนขาดทักษะที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2539) สอดคล้องกับข้อเขียนของสุวพร เข้มเฮง (2540) ที่พบว่า การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศมีปัญหาค่อนข้างมาก จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเทียบกับนานาชาติ นักเรียนของไทยได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ทำข้อสอบประเภทการนำความรู้มาใช้และกระบวนการคิดแก้ปัญหาไม่ค่อยได้ เขียนอธิบายไม่เป็น สำหรับในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากการแข่งขัน โอลิมปิกวิชาการ

ระหว่างประเทศพบว่า นักเรียนไทยทำข้อสอบภาคทฤษฎีได้ดี เมื่อเทียบกับนานาชาติ แต่ข้อสอบภาคปฏิบัติค่อนข้างต่ำ ซึ่งสัมพันธ์กับรายงานการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ IEA (International Association & Educational Achievement) ซึ่งเป็นองค์กรชั้นนำที่ได้รับการยอมรับจากนานาชาติ ได้ทำการเปรียบเทียบผลการเรียนระหว่างประเทศ โดยประเมินความสามารถในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในอันดับที่ 24 จากประเทศที่ร่วมโครงการ 26 ประเทศ และเป็นคะแนนที่ต่ำกว่าทุกประเทศในภูมิภาคเอเชียที่เข้าร่วมโครงการ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540)

## ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา

พัฒนาการเป็นผลเนื่องมาจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงไปสู่วุฒิภาวะ อันเนื่องมาจากความเจริญทางด้านร่างกายและการเปลี่ยนแปลงที่ได้รับจากประสบการณ์ เด็กแต่ละคนมีอัตราความเจริญงอกงามแตกต่างกัน พัฒนาการการเรียนรู้ก็แตกต่างกัน เมื่อกล่าวถึงพัฒนาการสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ ความพร้อม (Readiness) ซึ่งสำคัญมากต่อการเรียนรู้ พัฒนาการที่สำคัญคือพัฒนาการทางสติปัญญา อารมณ์ สังคมและทางร่างกาย คณะผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา และนำมาประกอบการศึกษาวิจัยครั้งนี้ 3 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner) และทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของออสเชล (Ausubel) และแต่ละทฤษฎีมีรายละเอียด ดังนี้

### 1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

พรณี ช. เจนจิต (2538) ได้สรุป ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเพียเจต์ (Piaget) ว่าเป็นทฤษฎีที่ศึกษาถึงกระบวนการคิดทางด้านสติปัญญาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยรุ่น ความคิดของเขามีอิทธิพลต่อจิตวิทยาพัฒนาการอย่างมาก เขาได้กระตุ้นให้คนสนใจเกี่ยวกับขั้นตอนของพัฒนาการ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Cognition) โดยมีความเชื่อว่า เป้าหมายของพัฒนาการนั้นคือ

- 1.1 ความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม
- 1.2 ความสามารถที่จะคิดตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล
- 1.3 ความสามารถที่จะตั้งกฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ เพียเจต์ ได้แบ่งขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

### 1. Sensori – motor Intelligence (0 – 2 ปี)

พฤติกรรมของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่ เช่น การไขว่คว้า การเคลื่อนไหว การมอง การคลุก ลักษณะเด่น ๆ ของพัฒนาการของเด็กในช่วงวัยนี้ถือว่าเป็น “ระยะของการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง” (egocentricity) เด็กยังไม่สามารถแยก “ตน” ออกจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย 6 ระยะ ด้วยกัน ดังนี้

**ระยะที่ 1** ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุประมาณ 1 เดือน เป็นการแสดงพฤติกรรมเนื่องมาจาก reflex เช่น การดูด ร้อง การเคลื่อนไหวยังไม่ผสมผสานกลมกลืน เป็นระยะเวลาที่เด็กเริ่มมีทั้ง assimilation และ accommodation

**ระยะที่ 2** อายุประมาณ 1 – 4 เดือน เด็กมีทั้ง assimilation และ accommodation มากขึ้น เด็กจะเริ่มฟังมากกว่าได้ยิน และจะมองมากกว่าเห็น

**ระยะที่ 3** อายุประมาณ 4 – 8 เดือน เด็กเริ่มค้นพบกฎแห่งการกระทำ เช่น รู้ว่าเขย่าของแล้วจะมีเสียง เด็กจะเขย่าซ้ำแล้วซ้ำอีก เด็กจะเริ่มมองตามของที่เคลื่อนไหว ถ้าของไม่อยู่ในสายตาก็หมายความว่าไม่มีของ ดังนั้นเด็กจะไม่มองหาถ้าใครหยิบของไปซ่อน

ลักษณะของเด็กใน 3 ช่วงแรก คือ เด็กจะรับรู้เฉพาะสิ่งที่ปรากฏตรงหน้า เด็กไม่สามารถรออะไรได้เลย เมื่อมีความต้องการจะร้องทันที หลังจากนั้นอีก 2 – 3 เดือน เด็กจะรู้จักการรอได้มากขึ้น เช่น เด็กเห็นแม่กำลังอุ้มขวดนม เด็กจะรู้ว่าแม่กำลังจะมาหา เพราะเด็กได้สังเกตพฤติกรรมนี้มานาน

**ระยะที่ 4** อายุประมาณ 8 – 12 เดือน เด็กเริ่มมองหาของที่หายและรู้ว่าสิ่งของนั้นมีตัวตน เด็กเริ่มเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง “object permanence” ซึ่งหมายความว่า เมื่อใครหยิบของเล่นไป เด็กจะรู้ว่าของเล่นนั้นยังมีอยู่ แม้ว่าของเล่นจะไม่ได้อยู่ตรงนั้นก็ตาม ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่เด็กจะถอนตัวจากการมีลักษณะ “ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางอย่างสิ้นเชิง” วัยนี้เป็นวัยที่เด็กเริ่มทดลอง เช่น ขว้างปาสิ่งของ

**ระยะที่ 5** อายุประมาณ 12 – 18 เดือน เด็กเริ่มมีการทดลองมากขึ้น เด็กเริ่มหาวิธีการใหม่ ๆ ในการทำสิ่งต่าง ๆ ที่เคยทำมาแล้วเริ่มเลียนแบบ ชอบจับหน้าตา คิ้ว คาง ของผู้ใหญ่ แล้วจับของตนเองบ้าง

**ระยะที่ 6** อายุประมาณ 18 – 24 เดือน เด็กเริ่มมีความสามารถที่จะคิดเกี่ยวกับการทำสิ่งต่าง ๆ แทนการกระทำ เด็กเริ่มมีภาพของคนหรือสิ่งของแม้ว่าจะไม่มีคนหรือของอยู่ตรงนั้นก็ตาม เด็กเริ่มรื้อค้นและเริ่มรู้จักตนเองในฐานะที่เป็นบุคคล

## 2. Preoperational thought (2 – 7 ปี)

การที่เรียกเด็กในวัยนี้เช่นนี้ เพราะเด็กยังไม่สามารถคิดย้อนกลับได้ เพียงแต่เริ่มมีความสามารถที่จะเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องความคงตัวของสสาร (conservation) และเริ่มมองของมากกว่าหนึ่งสิ่งได้ในเวลาเดียวกัน (decentration) ฉะนั้นวัยนี้จึงยังไม่สามารถใช้สติปัญญาแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ ระยะเวลาแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

### ก. Preconceptual thought (2 – 4 ปี)

ชื่อนี้มีได้หมายความว่าเด็กในวัยนี้ยังไม่มี concept ในเรื่องต่าง ๆ โดยแท้จริงแล้วเด็กในวัยนี้มี concept ในเรื่องต่าง ๆ แล้ว เพียงแต่ยังไม่สมบูรณ์และยังไม่มีเหตุผลลักษณะเด่นของวัยนี้ คือ พัฒนาการทางภาษา สามารถใช้ภาษา แต่การใช้ภาษายังเป็นภาษาที่เกี่ยวข้องกับตนเองเป็นส่วนใหญ่ “egocentric” เด็กในวัยนี้ชอบเล่นสมมติ โดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แท่งไม้แทนรถยนต์ เด็กอาจจะทำเสียงคล้ายเครื่องยนต์ หรือสมมติให้ตุ๊กตาเป็นสิ่งมีชีวิตพูดคุยด้วย ความคิดความเข้าใจของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับรับรู้เป็นส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้เหตุผล เด็กยังไม่มี ความเข้าใจในเรื่องความคงตัว (conservation) ในแง่ที่ว่าของจำนวนเท่ากันแม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไป จำนวนของก็จะยังมีเท่าเดิม เช่น ดินน้ำมัน 2 ก้อน มีขนาดเท่ากันเมื่อทำก้อนหนึ่งให้แบน เด็กจะบอกว่าดินน้ำมันก้อนที่แบนมีจำนวนมากกว่า

### ข. Intuitive thought (4 – 7 ปี)

หลังจากอายุ 4 ขวบ การคิดของเด็กมีเหตุผลขึ้น แต่ถึงอย่างไรการคิดยังออกมาในลักษณะของการรับรู้มากกว่าความเข้าใจ พัฒนาการขั้นนี้ต่างจาก Preconceptual thought ตรงที่เด็กจะมีปฏิกิริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า คือ สนใจอยากรู้ซักถามมากกว่า เด็กวัยนี้เริ่มเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่ที่อยู่รอบข้าง ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิด ความเข้าใจยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้จากภายนอก

## 3. Concrete operations (7 – 11 ปี)

ความสามารถของเด็กวัยนี้จะมีพัฒนาการจนอยู่ในขั้นที่สามารถใช้สมองคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหา (operation) กับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถที่จะเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องความคงตัวของสิ่งต่าง ๆ (conservation) โดยที่เด็กเข้าใจว่าของแข็งหรือของเหลวจำนวนหนึ่ง แม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็ยังมีน้ำหนัก หรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ (reversibility) เด็กจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับการแบ่งหมู่และจัดหมู่โดยมีเกณฑ์

อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นหลัก การที่เด็กสามารถเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง conservation หรือ reversibility ได้นั้น เพราะในวัยนี้การมองอะไรของเด็กมีลักษณะ decentration คือ แทนที่จะมองอะไรเพียงลักษณะเดียวเหมือนตอนเล็ก ๆ เด็กจะสามารถมองวัตถุได้ถึง 2 ลักษณะในเวลาเดียวกัน คือ สามารถคิดถึงขนาดและน้ำหนักหรือขนาดและปริมาตรไปพร้อม ๆ กันได้

#### 4. Formal operations (11 – 15 ปี)

เด็กวัยนี้จะมีพัฒนาการทางด้านความรู้ความเข้าใจถึงระดับสูงสุด และมีความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาทุกชนิด สามารถแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ สามารถคิดถึงตัวแปรต่าง ๆ ได้ในเวลาเดียวกัน สามารถนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ เริ่มมีความคิดแบบผู้ใหญ่ สามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ มีความพอใจที่จะคิดถึงสิ่งที่ไม่มีความจริงหรือสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ มีลักษณะการคิดแบบ hypothetical deductive ซึ่งหมายถึงการคิดแบบตั้งสมมติฐานขึ้นมาแล้วหาข้อสรุป

#### 2. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner)

บรูเนอร์ (Bruner) เป็นบุคคลสำคัญเกี่ยวกับการสอนแบบ Discovery Approach ความคิดของบรูเนอร์ เกี่ยวกับการสอน คือ ในการสอนเรามุ่งหวังที่จะสอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการต่าง ๆ ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ เราสอนวิชาเนื้อหา แต่มีใจเพื่อให้ท่องจำ แต่สอนเพื่อจะช่วยให้คิดอย่างมีเหตุผลให้ได้มีส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้ ความรู้เป็นกระบวนการมิได้เป็นผลผลิต (พรณี ช. เจนจิต, 2538) แนวคิดของบรูเนอร์ เกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญามีส่วนที่คล้ายกับ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ แต่บรูเนอร์ ได้เน้นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับพัฒนาการทางสติปัญญา บรูเนอร์ ได้เสนอว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของคนแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2540)

1. การเรียนรู้โดยการกระทำ (Enactive representation) ชั้นนี้เปรียบได้กับขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensori – motor stage) ของเพียเจต์ ชั้นนี้เริ่มตั้งแต่เด็กแรกเกิดจนถึงอายุประมาณ 2 ปี เป็นช่วงที่เด็กแสดงให้เห็นถึงความมีสติปัญญาด้วยการกระทำ เป็นการเรียนรู้โดยการกระทำ เป็นลักษณะของการถ่ายทอดประสบการณ์ด้วยการกระทำซึ่งเป็นกระบวนการที่ดำเนินต่อไปตลอดชีวิต มิได้หยุดอยู่เพียงในช่วงอายุใดอายุหนึ่ง และถือว่าคนจะใช้วิธีการเรียนรู้โดยการกระทำและนำมาใช้ในช่วงใดของชีวิตก็ได้

2. การเรียนรู้โดยการรับรู้เป็นภาพในใจ (Iconic representation) ขั้นนี้เปรียบได้กับขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preoperational stage) ของเพียเจต์ เด็กสามารถใช้จินตนาการและสร้างภาพในใจโดยไม่มีการกระทำ เด็กสามารถนำสิ่งที่เห็นในโลกภายนอกและสิ่งที่อยู่ในใจของเขามาผสมผสาน และจัดลำดับให้เป็นระเบียบเข้าด้วยกัน เด็กอายุประมาณ 2 – 7 ปีสามารถใช้จินตนาการและสร้างภาพในใจตามระดับความสามารถ โดยนึกถึงรูปภาพหรือสิ่งของที่มีความสำคัญ มีความหมายการเกิดภาพในใจซึ่งแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจนั้นจะพัฒนาเพิ่มขึ้นตามอายุ จนถึงอายุประมาณ 7 ปีจะมีการพัฒนาได้สูงสุด

3. การเรียนรู้โดยการสื่อความหมายทางสัญลักษณ์ (Symbolic representation) ขั้นนี้เปรียบได้กับขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete operational stage) ของเพียเจต์ เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยการใช้สัญลักษณ์หรือภาษา ซึ่งภาษาเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความคิด บรูเนอร์ถือว่าขั้นนี้เป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ เด็กสามารถคิดหาเหตุผล และในที่สุดจะเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถแก้ปัญหาได้

แนวคิดของบรูเนอร์ ถือว่าพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ จะทำได้โดยผ่านขั้นตอนทั้ง 3 ขั้น คือ การกระทำ การเกิดภาพในใจ และการใช้สัญลักษณ์ เป็นการเจริญงอกงามจากภายในอินทรีย์และเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องไปตลอดชีวิต

### 3. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของออสเชเบล (Ausubel)

ออสเชเบล (Ausubel) เป็นผู้ตั้งทฤษฎี A theory of meaningful verbal learning หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า A Theory of subsumption (การบอกหลักเกณฑ์) โดยอธิบายว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ถ้าการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นผู้เรียนเคยมีพื้นฐานซึ่งเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ได้ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย แต่ถ้าผู้เรียนจะต้องเรียนรู้สิ่งใหม่โดยที่ไม่เคยมีพื้นฐานมาก่อนเป็นชนิดที่ใหม่จริง ๆ ไม่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมเลยออสเชเบล เรียกการเรียนรู้ชนิดนี้ว่าการเรียนแบบท่องจำ เพราะผู้เรียนเรียนได้ แต่โดยที่ไม่รู้ความหมาย

ออสเชเบล เป็นผู้ที่ทำให้ cognitive theory ก้าวหน้าไปอีกขั้นหนึ่ง โดยที่มีความเห็นแตกต่างไปจากบรูเนอร์ เขาเห็นว่าการเรียนที่จะช่วยให้เด็กแก้ปัญหาได้ดีนั้นคือใช้วิธี “expository teaching” หรือ reception learning แทนที่จะเป็น discovery learning (พรณิข. เจนจิต, 2538) นอกจากนี้ ออสเชเบล ได้เสนอว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของคนแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้น คือ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2540)

1. **ขั้นความคิดก่อนปฏิบัติการ (Preoperational thought)** เป็นความสามารถในการเรียนรู้ของเด็กระดับนามธรรมขั้นต้น เด็กอายุระหว่าง 2 – 7 ปี ขั้นนี้เปรียบได้กับขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preoperational stage) ของเพียเจต์ เด็กสามารถมีมโนคติในเรื่องต่าง ๆ แล้วแต่ยังไม่สมบูรณ์ อยู่ในขั้นมีความคิดรับรู้ มโนคติเบื้องต้น (Preconceptual thought) ความคิดความเข้าใจเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เป็นส่วนใหญ่ จนหลังจากอายุประมาณ 4 ปี การคิดของเด็กมีเหตุผลขึ้น เด็กมีปฏิกริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิด ความคิดความเข้าใจยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้จากภายนอก เป็นขั้นที่เด็กคิดในใจเอง (Intuitive thought)

2. **ขั้นการคิดเชิงเหตุผลอาศัยรูปธรรม (Concrete logical operation)** เป็นความสามารถในการเรียนรู้ของเด็กระดับนามธรรมขั้นสูงขึ้น เด็กสามารถสร้างมโนคติเป็นภาพในใจตามคำอธิบายได้ เพียงแต่ให้ตัวอย่างเป็นรูปธรรม เด็กก็สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและเข้าใจได้ เช่น เด็กเกิดมโนคติของคำว่า “สามเหลี่ยมหน้าจั่ว” ด้วยคำอธิบายและตัวอย่าง แต่เด็กในระบายนี้อยู่ในวงจำกัด ยังไม่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้

3. **ขั้นการคิดเชิงเหตุผลเป็นนามธรรม (Abstract logical operation)** เริ่มตั้งแต่อายุประมาณ 11 ปีขึ้นไป เด็กอยู่ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เด็กไม่ต้องพึ่งวัตถุที่เป็นรูปธรรมช่วยให้เข้าใจ เด็กเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างนามธรรมได้โดยไม่ต้องอาศัยรูปธรรม แทนที่จะคิดหาเหตุผลจากข้อมูล เด็กอาจจะสร้างและทดสอบสมมติฐานก็ได้ มโนคติที่เป็นข้อสรุปหรือหลักเกณฑ์อาจไม่ได้จากข้อมูลโดยตรง แต่ได้มาจากข้อสรุปจากข้อมูลอีกต่อหนึ่ง การทำเช่นนี้ช่วยให้มีการดูซึมมโนคติได้เพราะไม่ต้องอาศัยรูปธรรม ไม่ต้องอาศัยการทดลองเพียงแต่ทำความเข้าใจมโนคติเมื่อได้รับเป็นถ้อยคำหรือข้อความ

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนดังนี้ (กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ, 2538)

#### ทฤษฎีของเพียเจต์

1. อายุเป็นปัจจัยสำคัญของพัฒนาการทางสติปัญญา โดยเด็กในอายุต่าง ๆ จะมีการพัฒนา ดังนี้ อายุ 0-2 วัยช่างสัมผัส อายุ 2-3 วัยช่างพูด อายุ 7-11 วัยช่างจำ และอายุ 12-14 เป็นวัยช่างคิด
2. การพัฒนาแต่ละขั้น ต่อเนื่องตามลำดับ ไม่กระโดดข้ามขั้น
3. การกระทำ เป็นพื้นฐานทำให้เกิดความคิด



4. กิจกรรมกลุ่ม ช่วยทำให้ผู้เรียนได้ใช้ภาษา สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการทำงานร่วมกัน

5. การสอนควรทำตามลักษณะขั้นบันไดเวียน คือ ทบทวนเรื่องเดิม ก่อนเริ่มเรื่องใหม่ เช่น เริ่มเรื่องอาหาร ทบทวนการนับลด เริ่มเรื่องการคูณ ทบทวนการนับเพิ่ม  
ทฤษฎีของบรูเนอร์

6. Enactive เด็กเรียนรู้จากการกระทำมากที่สุด เป็นกระบวนการต่อเนื่องตลอดชีวิต ในลักษณะการถ่ายทอดประสบการณ์ด้วยการกระทำ การสอนต้องเริ่มด้วยการใช้ของ 3 มิติ ได้แก่ วัสดุและของจริงต่าง ๆ

7. Iconic พัฒนาการทางปัญญา อาศัยการใช้ประสาทสัมผัสสร้างเป็นภาพในใจ การสอนสามารถใช้ของ 2 มิติ เช่น ภาพ กราฟ แผนที่

8. Abstract เป็นขั้นสูงสุดของการพัฒนาทางสติปัญญาของมนุษย์ เป็นขั้นใช้จินตนาการล้วน ๆ คือ ใช้สัญลักษณ์ ตัวเลข เครื่องหมายต่าง ๆ มาอธิบายหาเหตุผล และเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้

ปีเตอร์สัน (Peterson, 1978 อ้างถึงใน ยูพา วีระไวทยะ และปรีชา นพคุณ, 2544) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงการปฏิบัติการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การเปรียบเทียบ การสรุป หลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย และการนำไปใช้ สอดคล้องกับความหมายในทัศนะของ แอนเดอร์สัน (Anderson, 1978 อ้างถึงใน ชนกพร ชีระกุล, 2541) กล่าวถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ความหมายของกระบวนการคือ วิถีทางของกระบวนการในการหาความรู้ กระบวนการนี้ทำให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา และสอดคล้องกับความหมายในทัศนะของ ยูพา วีระไวทยะ และปรีชา นพคุณ (2544) ซึ่งได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบในการเสาะแสวงหาความรู้ หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ส่วนพัชรี ผลโยธิน (2537) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับ



ทักษะกระบวนการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัยคือ ทักษะกระบวนการสังเกต  
ทักษะการจำแนก ทักษะการเปรียบเทียบ ทักษะการวัด ทักษะการสื่อสาร ทักษะการ  
ทดลอง ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการวินิจฉัย และทักษะการประยุกต์ใช้

### องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะต่าง ๆ สอดคล้องกัน  
ดังต่อไปนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2542) ได้แบ่งทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ โดยยึดตามแนวของสมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทาง  
วิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS)  
ทักษะ 13 ทักษะ มีดังต่อไปนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

1. การสังเกต (Observing)
2. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)
3. การจำแนกประเภท (classifying)
4. การวัด (Measuring)
5. การใช้ตัวเลข (Using Number)
6. การสื่อความหมาย (Communicating)
7. การพยากรณ์ (Predicting)
8. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (Using Space/Time Relationships)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการประกอบด้วย 5 ทักษะ

ดังนี้

9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
10. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Defining Variables Operationally)
12. การทดลอง (Experimenting)

### 13. การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า ทดลอง เพื่อหาข้อมูลจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง และใช้เกณฑ์ของสมาคมการศึกษาขั้นสูงของสหรัฐอเมริกา AAAS (American Association for the Advancement of Science) โดยแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 กระบวนการ การแก้ปัญหาแต่ละปัญหาจะใช้ที่กระบวนการ กระบวนการอะไรบ้างนั้นขึ้นอยู่กับธรรมชาติปัญหา และการมองเห็นแนวทางแก้ปัญหาของแต่ละคน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 กระบวนการแบ่งเป็น  
**ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน**

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะกระบวนการจำแนกประเภท (Classifying)
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Space/Space Relationships and Space/Time Relationships)
5. ทักษะการใช้ตัวเลข (Using Numbers)
6. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย (Organizing)
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)
8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

**ทักษะกระบวนการขั้นสูงหรือขั้นผสม**

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
11. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and Making Conclusion)

ความหมายของทักษะทั้ง 13 ทักษะ มีรายละเอียดดังนี้

### 1. ทักษะการสังเกต

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความชำนาญในการใช้อวัยวะรับความรู้สึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด ค้นหาเกี่ยวกับเหตุการณ์และสมบัติต่าง ๆ ของวัตถุ เช่น สี ขนาด และรูปร่าง

ในการใช้ทักษะการสังเกตนั้นเราควรได้เรียนรู้ว่าอวัยวะรับความรู้สึกแต่ละอย่างนั้นช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีผู้ทำให้เกิด ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการกะปริมาณ

การมองเห็น เป็นการสังเกตที่ใช้ตาช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด รูปร่างและสีของวัตถุ และสังเกตว่าวัตถุเหล่านั้นอาจมีปฏิสัมพันธ์กันได้อย่างไร

การได้ยิน เป็นการสังเกตที่ใช้หูช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ความดัง ระดับเสียง และจังหวะของเสียง

การสัมผัส เป็นการสังเกตที่ใช้ผิวหนังช่วยในการสังเกตถึงความหมาย หรือรายละเอียดของเนื้อวัตถุรวมถึงขนาดและรูปร่างของวัตถุอีกด้วย

การชิม เป็นการสังเกตที่ใช้ลิ้นช่วยในการสังเกตสมบัติของสิ่งนั้นว่า มีรสขม เฝี้ยว และหวานอย่างไร

การได้กลิ่น เป็นการสังเกตที่ใช้จมูกช่วยในการสังเกตความสัมพันธ์ของวัตถุกับกลิ่นที่ได้พบนั้น แต่เนื่องจากการบรรยายเกี่ยวกับกลิ่นเป็นเรื่องยาก จึงมักบอกในลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของกลิ่นที่ได้รับนั้นกับกลิ่นของวัตถุที่คุ้นเคย เช่น กลิ่นกล้วยหอม กลิ่นมะนาว กลิ่นชา และกลิ่นกาแฟ เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1.1 ชีบ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ เป็นต้น

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้เช่น ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลำดับขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง

## 2. ทักษะการวัด

ทักษะการวัด หมายถึง ความชำนาญในการแสดงจำนวนของวัตถุหรือสารในรูปเชิงปริมาณที่มีหน่วยแสดง เช่น เมตร ลิตร กรัมและนิวตัน และความชำนาญในการเลือกใช้เครื่องมือมาตรฐานที่เหมาะสม เช่น ไม้เมตร ไม้บรรทัด นาฬิกา เครื่องชั่งไม้โปรแทรกเตอร์ หรือใช้วัตถุที่คุ้นเคยเป็นหน่วยเทียบในการวัดปริมาณ หรือใช้สเกลในการวาดรูปวัตถุ หรือใช้การสุ่มอย่างง่ายและการประมาณ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- 2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด
- 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
- 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนักและอื่น ๆ ได้

ถูกต้อง

- 2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

## 3. ทักษะการจำแนกประเภท

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความชำนาญในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ความเหมือนความแตกต่างและความสัมพันธ์ร่วมของสถานที่ ความคิด หรือเหตุการณ์ และสมบัติบางประการของวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์

การจำแนกประเภทเป็นสิ่งที่สำคัญมากในทางวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้สะดวกในการศึกษาค้นคว้า และยังทำให้ได้ความรู้ใหม่ ๆ อีกด้วย โดยทั่วไปการจำแนกประเภทจะต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณา (ความเหมือน ความแตกต่าง และความสัมพันธ์) การแบ่งประเภทของสิ่งของ เกณฑ์ที่ใช้มักเป็น สี ขนาด รูปร่าง ลักษณะผิว วัสดุที่ใช้ ราคา ฯลฯ ส่วนพวกสิ่งมีชีวิตมักจะใช้เกณฑ์ลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น อาหาร ลักษณะที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์ ประโยชน์ เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการจำแนกประเภทจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- 3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

#### 4. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความชำนาญในการเคลื่อนไหวของวัตถุ โดยสามารถนึกเห็นและจัดกระทำกับวัตถุ และเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับรูปร่างเวลา ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติและสภาวะการณั้

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลาจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- 4.1 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
- 4.2 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้
- 4.4 ระบุรูป 2 มิติ ที่เกิดจากการตัดวัตถุ 3 มิติได้
- 4.5 บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์
- 4.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุ กับเวลาได้

#### 5. ทักษะการใช้ตัวเลข

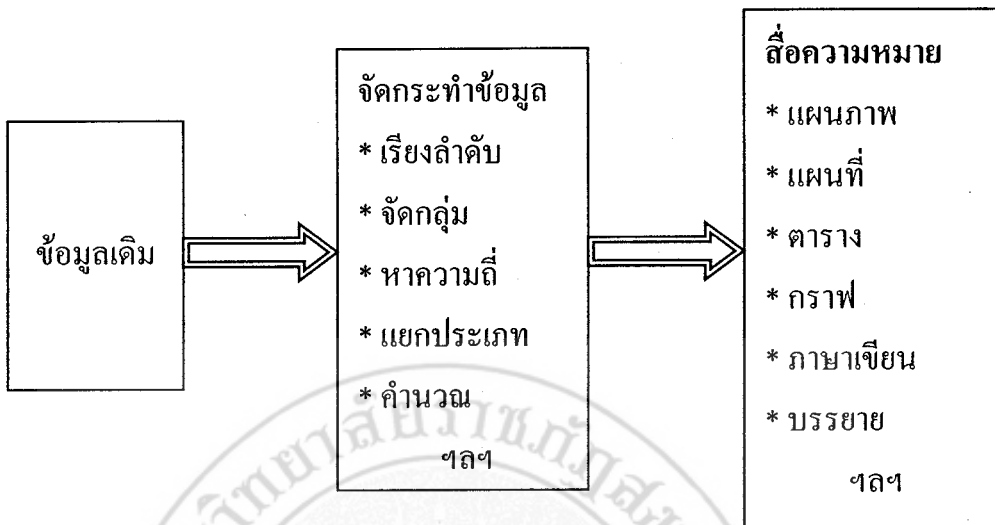
ทักษะการใช้ตัวเลข หมายถึง ความชำนาญในการหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ นับตั้งแต่การนับ การคำนวณ การใช้ตัวเลขกับสูตรและสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ตัวเลข จะต้องมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

- 5.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- 5.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- 5.3 บอกวิธีคำนวณได้
- 5.4 คิดคำนวณได้ถูกต้อง
- 5.5 แสดงวิธีคิดคำนวณได้

#### 6. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย

ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความชำนาญในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาเสนอในรูปที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การสื่อความหมายข้อมูลอาจอยู่ในรูปของการวาดรูป การแสดงแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟหรือใช้ภาษาเขียนหรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากวัตถุ หรือเหตุการณ์นั้น ตามแผนภาพต่อไปนี้



การสื่อความหมายข้อมูล สิ่งที่จะต้องคำนึงในการสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้อื่น  
เข้าใจได้แก่

- 1) ความชัดเจนหรือความสมบูรณ์
- 2) ความถูกต้องแม่นยำ
- 3) ความไม่กำกวม
- 4) ความกะทัดรัด

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจนสื่อ

ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยาย หรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่น  
เข้าใจได้

## 7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความชำนาญในการอธิบายสิ่งที่ได้จากการสังเกตเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์เฉพาะอย่าง สามารถแยกความแตกต่างระหว่างการสังเกต และการลงความคิดเห็น แปลความหมายข้อมูลที่บันทึกไว้ หรือได้มาทางอ้อม แล้วนำมาทำนายเหตุการณ์จากข้อมูล ตั้งสมมติฐานจากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูล

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการอธิบายเกินขอบของข้อมูลจากการสังเกต โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์เดิมและเหตุผลหรือเพิ่มเติมความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วย ดังแผนภาพข้างล่างนี้



พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

7.1 อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

7.2 การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น และความสามารถในการสังเกต

## 8. ทักษะการพยากรณ์

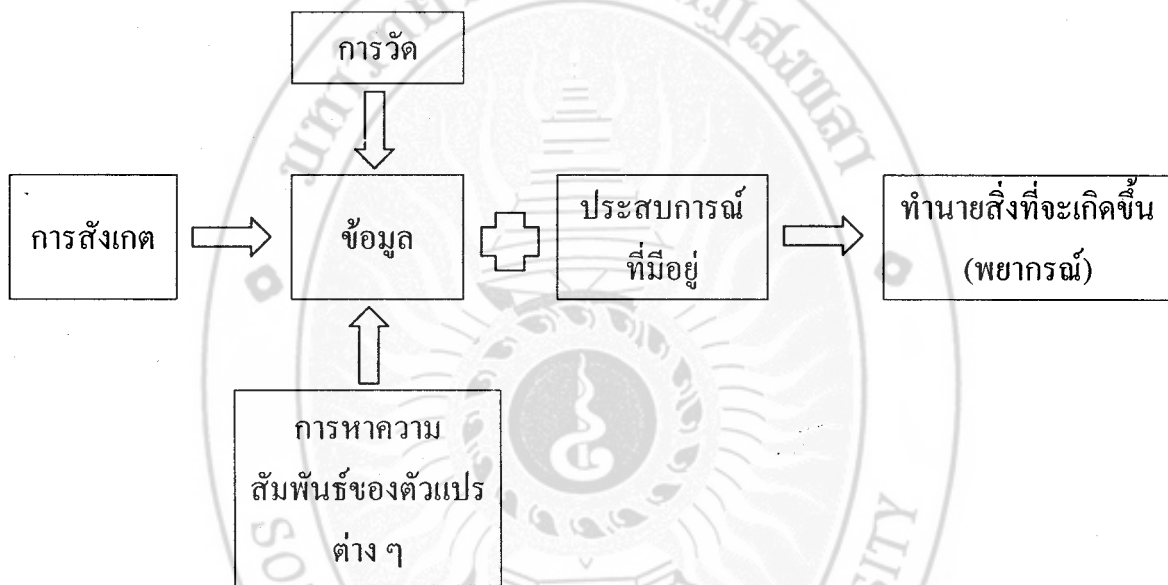
ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความชำนาญในการคาดการณ์เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการลงความคิดเห็น โดยใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีประกอบ และอาจคาดการณ์ล่วงหน้าภายในขอบเขตหรือนอกขอบเขตของข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางหรือในรูปของกราฟ



การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

ทักษะการพยากรณ์มีวิธีการใกล้เคียงกับกระบวนการสื่อความหมายมาก เพราะจะต้องนำข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำให้เป็นระบบ เช่น ทำเป็นตาราง กราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังแผนภาพข้างล่างนี้



พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- 8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
- 8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- 8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

## 9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความชำนาญในการคาดเดาอย่างมีเหตุผล โดยการกำหนดข้อความที่มาจาก การสังเกต หรือลงข้อสรุป เพื่อให้อธิบายเหตุการณ์และสามารถทำการทดสอบเพื่อพิสูจน์ได้

สมมติฐานเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้นเป็นที่ยอมรับ หรือไม่ยอมรับ สมมติฐานที่ตั้งขึ้น อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบแล้ว ในสถานการณ์ทดลองหนึ่งอาจมี 1 สมมติฐานหรือหลายสมมติฐานก็ได้

การตั้งสมมติฐานมักนิยมเขียนในรูป ถ้า..... ดังนั้น.....

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน

- 1) ถ้าฮอร์โมนมีผลต่อสีของปลาสวยงาม ดังนั้นปลาที่เลี้ยงโดยให้ฮอร์โมนจะมีสีเร็วกว่าปลาที่เลี้ยงโดยไม่ให้ฮอร์โมนในช่วงอายุเท่ากัน
- 2) ถ้าความร้อนมีผลต่อการสุกของผลไม้ ดังนั้นผลไม้ที่ผ่านการอบไอน้ำจะมีอายุการสุกนานกว่าผลไม้ที่ไม่ได้ผ่านการอบไอน้ำ
- 3) ถ้าวันบวหรีมีผลต่อการเกิดมะเร็ง คนที่สูบบุหรี่หรือคลุกคลีกับคนสูบบุหรี่จะมีโอกาสเป็นโรคมะเร็งได้มากกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่ หรือไม่คลุกคลีกับคนสูบบุหรี่

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐานจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

9.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

9.2 หาคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (ตัวแปรต้น) และตัวแปรตาม

## 10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความชำนาญในการจำแนกตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบ และเลือกตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ (ตัวแปรควบคุม) จัดตัวแปรที่ต้องการให้แตกต่างกัน (ตัวแปรอิสระ) เพื่อดูผลที่เกิดจากการทดลอง (ตัวแปรตาม)

การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นส่วนสำคัญยิ่งในการทดลอง ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องแน่นอนกว่า ผลที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นจากตัวแปรที่เราต้องการจะศึกษาหรือไม่ในสถานการณ์การทดลองหนึ่ง ๆ ผลที่เกิดขึ้นนี้อาจจะมาจากหลายสาเหตุ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมสิ่งที่เราไม่ต้องการศึกษา (ตัวแปรควบคุม) ให้เหลือเฉพาะตัวแปรที่เราต้องการจะทราบ (ตัวแปรอิสระ) เพื่อสะดวกในการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน เช่น เราต้องการศึกษาชนิดของดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่การเจริญเติบโตของพืชมีองค์ประกอบอื่น ๆ อีกนอกจากดิน เช่น แสงแดด ปุ๋ย น้ำ การดูแล เป็นต้น

สิ่งเหล่านี้ก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่เรายังไม่ต้องการศึกษา จึงต้องมีการควบคุมเพื่อสะดวกต่อการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน เพื่อจะสรุปผลจากการทดลองได้ตรงตามสาเหตุที่แท้จริง (ตัวแปรอิสระ)

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจะต้องมีความสามารถในการชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ต่อไปนี้

10.1 ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้น (independent variable or manipulated variable) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่

10.2 ตัวแปรตาม (dependent variable of responding variable) คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น หรือสิ่งที่เป็สาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย

10.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม (controlled variable) คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

## 11. ทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความชำนาญในการปฏิบัติการทดลอง การจัดทำกับตัวแปรต่าง ๆ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองนั้น

การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอน คือ

1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติจริง การออกแบบการทดลองจะต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และครอบคลุมถึงวิธีการควบคุมตัวแปรรวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ที่เหมาะสมด้วย โดยสรุปแล้วการออกแบบการทดลองจะประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 2 ประการ คือ

(1) วิธีการทดลอง เป็นการกำหนดขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนครบตามขั้นตอนที่จะได้มาซึ่งข้อมูลทีละเอียดยและถูกต้อง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

(2) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ ซึ่งจะดำเนินไปตามขั้นตอนและการใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง เช่น การบันทึกข้อมูลในรูปของตาราง หรือมาจัดกระทำในรูปของกราฟ เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลองจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

11.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปร

11.2 ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

11.3 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

11.4 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

## 12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความชำนาญในการสร้างนิยามโดยบอกว่าจะทำและสังเกตอะไร หรือการสร้างข้อความเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบว่าจะสังเกตหรือทำอะไร โดยการบรรยายเชิงรูปธรรม

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจะแตกต่างกับการกำหนดนิยามทั่ว ๆ ไป เพราะการกำหนดนิยามทั่ว ๆ ไป เป็นการให้ความหมายของคำหรือข้อความอย่างกว้าง ๆ ส่วนการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายให้เข้าใจตรงกันสามารถสังเกตและวัดได้ในสถานการณ์นั้น ๆ เช่น การให้นิยามของก๊าซออกซิเจน

นิยามทั่ว ๆ ไป

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 8 และมวลอะตอมเท่ากับ 16 (ทุกคนเข้าใจตรงกันแต่สังเกต และวัดไม่ได้)

นิยามเชิงปฏิบัติการ

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ช่วยในการติดไฟ เมื่อนำก้อนถ่านที่คุแดงหย่อนลงไปใยก๊าซนั้นแล้วก้อนถ่านนั้นจะลุกเป็นเปลวไฟ (ทุกคนเข้าใจตรงกัน สังเกตและวัดได้)

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

กำหนดความหมาย และขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้ และวัดได้

### 13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความชำนาญในการหารูปแบบจากชุดของข้อมูลที่จะอธิบาย และนำไปสู่การสร้างข้ออ้างอิง การทำนาย และการตั้งสมมติฐาน

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจะมีความสามารถดังต่อไปนี้

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้ (ทักษะการตีความหมายข้อมูล)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (ทักษะการลงข้อสรุป)

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจุดมุ่งหมายหลักของการปฏิรูปการศึกษาที่มุ่งเน้นการสร้างคนในสังคมให้ “เก่ง ดี มีสุข” จึงจำเป็นต้องสร้างคนให้เป็นผู้ “มองกว้าง คิดไกล ใฝ่รู้” เป็นเหตุให้มีการปฏิรูปการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ มีความสามารถในการใช้กระบวนการ ทั้งกระบวนการคิดด้วยตนเอง และกระบวนการกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การค้นพบองค์ความรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

วิธีการที่จะนำมาใช้ในการปฏิรูปการเรียนการสอน ให้ได้ผู้เรียนที่มีคุณลักษณะดังกล่าวด้วยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน ทั้งนี้เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล เสาะแสวงหาความรู้ทุกสาขาวิชา ไม่เฉพาะสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่จะสร้างผู้สอน ผู้เรียนให้พัฒนาความคิดขั้นพื้นฐาน และความคิดขั้นบูรณาการมาเป็นลำดับ พัฒนาผู้สอน ผู้เรียนให้มีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุมีผล การตัดสินใจ กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการวิจัย กระบวนการคิดสร้างสรรค์ และกระบวนการคิดสร้างสิ่งใหม่ ๆ

### เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

ความหมายของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ นั้นมีความสับสนกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำทั้งสองมีลักษณะแตกต่างกันโดย เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับการคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

หรือความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ซึ่งบางครั้งนิยมเรียกว่า เจตคติด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Attitude) (Haladyma and Shaughnessy, 1982 อ้างถึงใน ทศพร ดวงหัตถ์, 2539) ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ เช่น ชอบเรียนวิทยาศาสตร์ มีความเพลิดเพลินในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ฯลฯ จึงเน้นเจตคติด้านจิตพิสัย (Affective Attitude) (Schibeci, 1983 อ้างถึงใน ทศพร ดวงหัตถ์, 2539) มีผู้ให้ความหมายของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้อย่างสอดคล้องกันหลายท่านดังนี้

เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงออกมาให้เห็นถึงกระบวนการใช้สติปัญญาหรือความคิดของนักวิทยาศาสตร์ในการปฏิบัติงาน (Munby, 1983 อ้างถึงใน ทศพร ดวงหัตถ์, 2539)

เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็น ทำที่หรือพฤติกรรมที่แสดงต่อเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์หรืออื่น ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้หรือหลักการเชิงวิทยาศาสตร์มาประกอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2520)

เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะหรือทำที่หรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมา ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ หรือความรู้สึกของแต่ละบุคคล ลักษณะของผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เป็นคุณสมบัติที่เอื้อต่อการเป็นนักคิด หรือมีทักษะการคิด หรือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง (วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2542)

#### ลักษณะของผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาทั้งจากต่างประเทศและในประเทศ ได้สรุปลักษณะของผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ไดเดอร์ริค (Diederich, 1967) ได้สรุปลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 20 ประการ คือ

1. ไม่ยอมเชื่ออะไรง่าย ๆ จะต้องถามเสียก่อนเมื่อมีความสงสัยไม่เชื่อสิ่งต่าง ๆ ทันทีทันใด
2. มีความเชื่อมั่นอยู่เสมอว่าจะต้องมีแนวทางที่จะแก้ปัญหาได้
3. มีความปรารถนาที่จะพิสูจน์โดยการทดลอง
4. มีความเที่ยงตรงโดยปราศจากความคิดหรืออารมณ์ของตนเอง
5. มีความพอใจที่จะยอมรับสิ่งใหม่ ๆ ถ้าสิ่งใหม่ ๆ นั้นมีค่าและมีเหตุผลเพียงพอ

ดีกว่า

6. มีความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนเองเสมอถ้าความคิดเห็นนั้น
7. มีความถ่อมตนหรือยอมรับในข้อจำกัดทางวิทยาศาสตร์
8. มีความซื่อสัตย์ต่อความจริง
9. มีเจตคติเชิงปรณัย หรือมีความเป็นปรณัยในการแปลความหมายข้อมูล
10. พอใจยอมรับวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ
11. ไม่เชื่อ โชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์
12. แสวงหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ
13. ไม่ด่วนตัดสินใจในสิ่งใด ๆ หรือมีความรอบคอบในการตัดสินใจ
14. สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสมมติฐานกับคำตอบของปัญหา
15. มีข้อตกลงเบื้องต้นในการทำงานใด ๆ
16. สามารถเห็นความสำคัญของสิ่งต่าง ๆ ตามลำดับความสำคัญ
17. มีความเชื่อมั่นในโครงสร้างทฤษฎี
18. ยอมรับข้อมูลเชิงประมาณเท่านั้น
19. ยอมรับทฤษฎีความน่าจะเป็น
20. ยอมรับข้อสนับสนุนที่มีเหตุผล

ส่วน วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นามแก้ว (2542) ได้สรุปลักษณะของผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ประการดังนี้

1. มีเหตุผล
2. อยากรู้อยากเห็น
3. มีใจกว้าง
4. ซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
5. มีความเพียรพยายาม
6. มีการคิดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

สอดคล้องกับคุณลักษณะที่ ภพ เลาหไพบูลย์ (2540) ได้กล่าวถึง เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางอื่น ๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดีนั้น ขึ้นอยู่กับการคิดการกระทำที่อาจเป็น

อุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้น ความรู้สึกนึกคิดดังกล่าวนี้จัดเป็น เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) และผู้ที่มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ควรเป็นผู้มี คุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

### 1. ความอยากรู้อยากเห็น

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในข้อปัญหาต่าง ๆ และจะมีความยินดีมากที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่

### 2. ความเพียรพยายาม

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรคหรือมีความล้มเหลวในการทำการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะได้ทราบว่ามีวิธีการเดิมใช้ไม่ได้ ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นก็ถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้

### 3. ความมีเหตุผล

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ แสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลอง เพื่อสนับสนุนหรือคิดค้นหาคำอธิบาย มีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอ ก่อนจะสรุปผล เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผล ยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

### 4. ความซื่อสัตย์

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบในภายหลังได้ เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

### 5. ความมีระเบียบและรอบคอบ

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้เห็นคุณค่าของความมีระเบียบ รอบคอบ และยอมรับมีประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการหลาย ๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลอง ใต้อุปกรณ์ พิสูจน์เพราะเหตุ ละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ



## 6. ความใจกว้าง

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น โดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

คุณลักษณะทั้ง 6 ข้อข้างต้นนี้รวมกันเรียกว่า เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์นี้มีไว้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น แม้บุคคลทั่วไปหากเป็นผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ก็จะเป็นประโยชน์แก่การทำงานและการดำรงชีวิตอย่างยิ่ง ดังนั้นในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และต้องเป็นผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ด้วย อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ผู้ดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) ในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

ฮานีย์ (Haney, 1969, อ้างถึงใน ทศพร ดวงหัตถ์, 2539) ได้กำหนดคุณลักษณะของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. เจตคติที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่
  - 1.1 ความอยากรู้อยากเห็น (curiosity) หมายถึง ความพอใจที่จะเผชิญกับปัญหาใหม่ๆ เป็นคนที่มีลักษณะชอบซัก ชอบคิด และริเริ่มสิ่งใหม่
  - 1.2 ความมีเหตุผล (Rationality) หมายถึง การใช้เหตุผลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติโดยไม่เชื่อสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ
2. เจตคติเกี่ยวกับการยอมรับความคิดเห็นใหม่ๆ ได้แก่
  - 2.1 ความมีใจกว้าง (Open-Mindedness) หมายถึง ความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตน
  - 2.2 การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Mindedness) หมายถึง ความพยายามที่จะหาข้อมูลสนับสนุนหลักฐานอ้างอิงต่าง ๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใด ๆ รู้จักโต้แย้ง และหลักฐานสนับสนุนความคิดเห็นตนเอง
  - 2.3 มีความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง การเป็นปรนัยหรือความถูกต้องเที่ยงตรงในการรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการตีความโดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปเกี่ยวข้อง

2.4 ความซื่อสัตย์ (Honesty) หมายถึง ความถูกต้องในการรายงานผลการศึกษาโดยปราศจากอคติ ความรู้สึกส่วนตัว หรือปราศจากอิทธิพลของสังคม เศรษฐกิจ และบ้านเมือง

3. เจตคติที่เกี่ยวกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล ได้แก่ การยอมรับในข้อจำกัด (Humility) ซึ่งหมายถึง การยอมรับในข้อจำกัดของการแสวงหาความรู้ ความจริง ที่ค้นพบในวันนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ในวันหน้า

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม และบรรทม เครือวัลย์ (บรรทม เครือวัลย์ 2530) ใช้แนวคุณลักษณะเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของ แฮนีย์ ซึ่งมีคุณลักษณะอยู่ทั้งหมด 8 ด้าน มาวิเคราะห์ร่วมกับคุณลักษณะด้านการยอมรับข้อจำกัดของ ไพฑูรย์ สุขศรีงาม ที่ได้ให้ความหมายของการยอมรับข้อจำกัดที่มีทั้งหมด 4 ด้าน จึงได้คุณลักษณะรวมของผู้ที่มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ในการศึกษาครั้งนี้ทั้งหมด 8 ด้าน ดังนี้คือ

1. ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) หมายถึง บุคคลที่มีลักษณะชอบซักถาม ชอบหาความรู้ ชอบริเริ่ม และชอบสืบเสาะหาความรู้
2. ความมีเหตุผล (Rationality) หมายถึง บุคคลที่ชอบพิจารณาสาเหตุของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ไม่เชื่อโชคลาง ใช้เหตุผลรอบคอบในการพิสูจน์สิ่งต่าง ๆ และการอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ
3. มีความรอบคอบในการตัดสินใจ (Suspending Judgement) หมายถึง บุคคลที่มีการรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจ หรือสรุปสิ่งต่าง ๆ
4. ความใจกว้าง (Open-Mindedness) หมายถึง บุคคลที่เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตน และยอมรับความจริงที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีหลักฐานใหม่มาสนับสนุนที่ดีกว่า
5. การมีความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Critical-Mindedness) หมายถึง บุคคลที่พยายามจะค้นหาหลักฐานหรือข้ออ้างต่าง ๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใด ๆ และรู้จักโต้แย้งและหาหลักฐานมาสนับสนุนความคิดเห็นของตนเอง
6. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง บุคคลที่มีความเที่ยงตรงในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลต่าง ๆ

7. ความซื่อสัตย์ (Honesty) หมายถึง บุคคลที่มีการรายงานผลการทดลองหรือผลจากการสังเกตอย่างมีสติด้วยความซื่อสัตย์

8. การยอมรับขีดจำกัด (Humility) หมายถึง การยอมรับข้อจำกัดต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม, 2529 อ้างถึงในทศพร ดวงหัตถ์, 2539)

8.1 ข้อจำกัดในเรื่องวิธีการศึกษาแบบอุปนัย ซึ่งอาศัยการสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ ถ้าข้อมูลมีมากพอ และถูกต้อง การสรุปก็ถูกต้องและเชื่อถือได้มาก

8.2 ข้อจำกัดเกี่ยวกับการวัดโดยยอมรับว่าการวัดในทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีความคลาดเคลื่อนอยู่เสมอ

8.3 ข้อจำกัดเกี่ยวกับเรื่องค่านิยมต่าง ๆ เช่น ด้านความสวยงาม ความดี ความยุติธรรม ฯ ซึ่งทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถศึกษาได้

8.4 ข้อจำกัดเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา ศึกษาเฉพาะในสิ่งที่ได้สมมติชื่อขึ้นมา โดยอาศัยการกำหนดคุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้นจึงไม่ใช่สิ่งที่เป็นจริงอย่างสมบูรณ์

จากข้อสรุปลักษณะของผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นได้ว่าการมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์จะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันจะส่งผลให้ผู้เรียนคิดวิธีการแก้ปัญหา ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง แสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด และสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีและยั่งยืน

ในการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะวิชาพื้นฐานการศึกษา สาระวิทยาศาสตร์หรือสาระอื่น ๆ ให้บรรลุเป้าหมายของการปฏิรูปการศึกษาจะต้องพัฒนาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน

การมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ตลอดจนสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ทำให้เป็นคนมีเหตุผล มีใจกว้าง รู้จักแก้ปัญหา ยอมรับฟังคำวิจารณ์ของคนอื่น สามารถทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะได้ (ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ, 2521 อ้างถึงใน รัชณีพร รัตนพล, 2539) ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้บรรลุตามจุดประสงค์ของหลักสูตร จึงต้องพัฒนาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน

## ชุดการสอน

### ความหมายของชุดการสอน

มีผู้ให้ความหมายของชุดการสอนแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้ บางคนเรียกชุดการเรียน บางคนเรียกชุดการสอน และบางคนเรียกชุดการเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

บุญเกื้อ คชรหาวง (2530) ได้อธิบายว่า ชุดการสอนหรือชุดการเรียนมาจากคำว่า instructional package หรือ Learning package เดิมทีเดิยวมักใช้คำว่า “ชุดการสอน” เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวความคิดในการยึดเด็กเป็นศูนย์กลางในการเรียนได้เข้ามามีอิทธิพลมากขึ้น การเรียนรู้ที่ดีควรจะให้ผู้เรียนได้เรียนเองจึงมี ผู้นิยมเรียก “ชุดการสอน” เป็น “ชุดการเรียน” กันมากขึ้นบางคนเรียกรวมกันว่า “ชุดการเรียนการสอน” ก็มี สอดคล้องกับความหมายในทัศนะของ สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2533) อธิบายว่า ชุดการเรียนด้วยตนเอง เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่ง มีลักษณะเป็นสื่อประสม ซึ่งครูนำมาใช้เป็นเครื่องชี้แนวทาง และเครื่องมือในการสอน หรือผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเอง หรือทั้งผู้เรียนและผู้สอนใช้ร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ตามจุดหมายในการเรียนการสอนที่ตั้งไว้เนื้อหาวิชาหนึ่ง ๆ และทัศนะของ ประหยัด จิระวรพงษ์ (2529 อ้างถึงใน ชูชาติ แพน้อย, 2533) ได้กล่าวถึงชุดการสอนว่า ชุดการสอนเป็นนวัตกรรมที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักการและทฤษฎีการเรียนรู้หลายแนว และมีหลักการของชุดสื่อประสมประกอบกันอย่างมีเหตุผลที่จะสนับสนุนด้านการเรียนการสอน ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ชุดการสอนยังสามารถจัดกระทำได้หลายประเภทให้เลือกใช้ได้ ตามความเหมาะสมกับคุณลักษณะของผู้เรียน สภาพแวดล้อมและโอกาส ด้วยเหตุนี้ ชุดการสอนจึงมีคุณค่าหลายประการ ทั้งในด้านประสิทธิภาพ การเรียนการสอน การเตรียมตัวของผู้ใช้และการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตามอัธยาศัย ส่วน ภพ เลหาไพบูลย์ (2540) ได้ให้ความหมายของชุดการสอน ว่า ชุดการเรียนการสอน (Instructional packages) เป็นการจัดโปรแกรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อหลายชนิดร่วมกันหรือใช้ระบบสื่อประสม เพื่อสนองจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนที่ตั้งไว้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และให้เกิดความสะดวกต่อการใช้ในการเรียนการสอน จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความหมายของชุดการสอนว่า หมายถึงสื่อประสมที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้สำหรับการศึกษาดด้วยตนเองหรือ

สำหรับครูที่ใช้ประกอบการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่เน้น การค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง

### ประเภทของชุดการสอน

จากการศึกษาเอกสาร พบว่า มีการแบ่งประเภทของชุดการสอนไว้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการใช้ ดังนั้นในการสร้างชุดการสอน ผู้สร้างจะตัดสินใจว่า จะสร้างชุดการเรียนการสอนในรูปแบบใดนั้นจะต้องทำการศึกษาประเภทของชุดการเรียนการสอนว่า ชุดการเรียนการสอนนั้นมีอยู่ที่ประเภท ซึ่งในแต่ละประเภทก็มีจุดมุ่งหมายในการใช้แตกต่างกัน ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอน ดังนี้ (คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์, 2524)

1. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครู เป็นชุดสำหรับจัดให้ครูโดยเฉพาะ มีคู่มือและเครื่องมือสำหรับครู ซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้สอนให้เด็กเกิดพฤติกรรมที่คาดหวัง ครูเป็นผู้ดำเนินการและควบคุมกิจกรรมทั้งหมด นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมภายใต้การดูแลของครู

2. ชุดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียน เป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับจัดให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เพียงจัดอุปกรณ์และมอบชุดการเรียนการสอนให้ แล้วคอยรับรายงานผลเป็นระยะ ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหาและประเมินผล ชุดการเรียนการสอนนี้จะฝึกการเรียนด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนจบการศึกษาจากโรงเรียนไปแล้ว ก็สามารถเรียนรู้หรือศึกษาสิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

3. ชุดการเรียนการสอนที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน ชุดนี้มีลักษณะผสมระหว่างชุดแบบที่ 1 และชุดแบบที่ 2 ครูเป็นผู้คอยดูแลและกิจกรรมบางอย่างครูต้องเป็นผู้แสดงนำให้นักเรียนดู และกิจกรรมบางอย่างนักเรียนต้องทำด้วยตนเอง ชุดการเรียนการสอนแบบนี้เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งจะเริ่มฝึกให้รู้จักการเรียนด้วยตนเองภายใต้การดูแลของครู

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525) ได้แบ่งชุดการเรียนการสอนตามลักษณะของการใช้ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ชุดการเรียนการสอนสำหรับการบรรยาย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าชุดการเรียนการสอนสำหรับครูใช้ คือเป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับกำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนให้

ครูใช้ประกอบคำบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้ลดน้อยลงและเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ชุดการเรียนการสอนนี้จะมีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียว และใช้กับนักเรียนทั้งชั้น

2. ชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่ม ชุดการเรียนการสอนนี้ มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน และอาจจัดการเรียนการสอนในรูปแบบศูนย์การเรียน ชุดการเรียนการสอนแบบกลุ่มประกอบด้วยชุดการเรียนการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น สื่อการเรียนอาจจัดอยู่ในรูปของการเรียนการสอนรายบุคคลหรือผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันก็ได้ ผู้เรียนที่เรียนจากชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มอาจจะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มต้นเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้วผู้เรียนสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้เอง ในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้หากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ เมื่อจบการเรียนรู้แต่ละศูนย์แล้วผู้เรียนอาจจะสนใจการเรียนรู้เสริมเพื่อเจาะลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้ได้อีก จากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้เพื่อเป็นการไม่เสียเวลาที่จะต้องรอคอยผู้อื่น

3. ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนรู้ด้วยตนเองตามลำดับขั้นความสามารถของแต่ละบุคคลเมื่อศึกษาครบแล้วจะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้า และศึกษาชุดการเรียนการสอนชุดอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหาผู้เรียนจะปรึกษากันได้ในระหว่างผู้เรียนและผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงาน หรือผู้ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนการสอนแบบนี้จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปจนถึงเต็มสุดขีดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่นชุดการเรียนการสอนแบบนี้บางครั้งเรียกว่า บทเรียนโมดูล

### องค์ประกอบของชุดการสอน

องค์ประกอบของชุดการสอนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้ และลักษณะของชุดการสอน โดยมีผู้ให้ข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2540) ได้เสนอแนะองค์ประกอบของชุดการเรียนไว้ดังนี้

1. คู่มือครูหน้าที่อธิบายลักษณะของชุดการสอน คำแนะนำในการใช้ชุดการสอน แผนการสอนของบทเรียน เนื้อหา รายการสื่อการสอน และเอกสารอ้างอิง

2. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งสร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ  
บทเรียน

3. สื่อการสอน ซึ่งถูกบูรณาการตามจุดประสงค์และมโนมติที่กำหนด เหมาะสมกับ  
กิจกรรมตามแผนการสอน ของบทเรียน แบบฝึกหัดประกอบกิจกรรม

กิตินันท์ มลิทอง (2531) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

1. คู่มือ สำหรับผู้สอนในการใช้ชุดการเรียนการสอน และสำหรับผู้เรียนใช้  
ชุดการเรียนการสอน

2. คำสั่ง เพื่อกำหนดแนวทางในการเรียน

3. เนื้อหาสาระบทเรียน จะจัดอยู่ในรูปของสื่อต่าง ๆ เช่น สไลด์ เทป ฯลฯ

4. กิจกรรมการเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนทำรายงาน หรือค้นคว้าต่อ  
จากที่เรียนไปแล้ว

5. การประเมินผล เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียนนั้น

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2530) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอนว่า  
สามารถจำแนกได้ 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. คู่มือ เป็นคู่มือสำหรับผู้เรียน ภายในจะมีคำชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการเรียน  
การสอนอย่างละเอียด อาจทำเป็นเล่ม หรือแผ่นพับก็ได้

2. กิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย คำอธิบายเรื่องที่จะ  
ศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมและการสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่าง ๆ อาจประกอบด้วย  
บทเรียนโปรแกรม สไลด์ แผนภาพ วัสดุกราฟิก ฯลฯ ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่าง ๆ  
ที่บรรจุอยู่ในชุดการสอนตามบัตรคำสั่งที่กำหนดไว้

4. แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ของตนเองก่อนและหลังเรียน  
แบบประเมินผลอาจเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำลงในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกที่สุด จับคู่ คูณผล  
จากการทดลองหรือทำกิจกรรม ฯลฯ

ส่วน ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ต้นบรรจง (2531) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบ  
ของชุดการเรียนการสอนรายบุคคลไว้ว่าจะต้องเอาบทเรียนมาแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ แต่ละหน่วย  
ย่อยประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. บัตรคำสั่ง จะชี้แจงรายละเอียดว่า ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร
2. บัตรกิจกรรม เป็นบัตรที่บอกให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ สิ่งที่จะควรมีในบัตรกิจกรรม คือหัวเรื่อง ระดับชั้น สื่อการเรียนการสอน กิจกรรม และเฉลยกิจกรรม
3. บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่บอกเนื้อหาทั้งหมดที่ต้องการให้เรียน สิ่งที่จะควรมีในบัตรเนื้อหาก็คือหัวข้อเรื่อง สูตร นิยาม ตัวอย่าง

4. บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน เป็นแบบฝึกหัดที่ทำให้ผู้เรียนฝึกหัดทำหลังจากที่ได้ทำบัตรกิจกรรม และศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว ในบัตรแบบฝึกหัดนี้จะต้องทำบัตรเฉลยไว้พร้อมสิ่งที่จะควรมีในบัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน คือ หัวเรื่อง สูตร นิยาม กฎ ที่ต้องการใช้ในโจทย์แบบฝึกหัด ให้นักเรียนตั้งโจทย์เองแล้วหาคำตอบ เฉลยแบบฝึกหัด

5. บัตรทดสอบหรือบัตรปัญหา เป็นข้อทดสอบตามเนื้อหาของแต่ละหน่วยย่อย และมีเฉลยไว้พร้อม อาจทำทั้งข้อทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) และข้อทดสอบหลังเรียน (Post – test)

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์์ เศษะคุปต์ (2542) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่บอกให้ทราบถึงลักษณะที่ต้องการให้ฝึก
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายและความสำคัญของการจัดกิจกรรม และอธิบายหลักหรือแนวทางในการฝึกทักษะแต่ละทักษะ โดยกล่าวให้เห็นภาพอย่างกว้าง ๆ ทั้งนี้เพื่อต้องการให้ผู้สอนได้เห็นภาพของการจัดกิจกรรมอย่างคร่าว ๆ และยังมีประโยชน์สำหรับผู้สอนที่จะได้ทราบว่า กิจกรรมนั้นมีลักษณะตรงตามความประสงค์หรือไม่
3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย 2 ประเภท คือ
  - 3.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป เป็นส่วนที่บอกถึงจุดมุ่งหมายปลายทาง หรือพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นตามกิจกรรมนั้น ๆ
  - 3.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่ชี้บ่งให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่กำหนดโดยสังเกตและวัดได้ และเป็นไปตามเกณฑ์ที่คาดหวัง
4. แนวคิด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือมโนคติของกิจกรรมนั้น เป็นการอธิบายให้ผู้สอนทราบว่าอะไรเป็นสาระสำคัญที่ผู้เรียนควรจะได้รับและเข้าใจจากการเรียนตามกิจกรรมนั้น ซึ่งสาระสำคัญนี้ควรจะได้รับการย้ำและเน้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจเป็นพิเศษ



5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม เพื่อช่วยให้ผู้สอนทราบว่าต้องเตรียมอะไรบ้างล่วงหน้า สำหรับชุดกิจกรรมที่ผู้เขียนพัฒนาขึ้นมีการสร้างสื่อสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในชุดกิจกรรมแต่ละชุด คำแนะนำในการสร้างสื่อแต่ละชนิด รวมทั้งการเลือกใช้สื่อผู้เขียนได้ให้คำอธิบายและแสดงไว้ในภาคผนวกของกิจกรรมแต่ละชุด

6. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุจำนวนโดยประมาณว่ากิจกรรมนั้นควรจะใช้เวลาเพียงใด แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนอาจจำเป็นต้องยืดหยุ่นเวลาตามความจำเป็นหากผู้เรียนมีความพร้อมมากการใช้เวลาก็อาจลดลง หากผู้เรียนมีความพร้อมน้อยก็อาจใช้เวลามากขึ้น การยืดหยุ่นเวลาจึงเป็นสิ่งที่สามารถทำได้ อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรคำนึงถึงเป็นอย่างมากก็คือ ผู้สอนไม่ควรข้ามขั้นตอนในการอภิปราย และลดเวลาในการอภิปรายมากเกินไป เพราะขั้นอภิปรายเป็นขั้นสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ วิธีจัดกิจกรรมนี้ได้จัดไว้เป็นขั้นตอน ซึ่งนอกจากสอดคล้องกับหลักวิชาแล้ว ยังเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้สอนในการดำเนินการด้วย การจัดกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนมีความรู้ความหมายของแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และฝึกปฏิบัติจนชำนาญที่เรียกว่า เกิดทักษะเป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนทำด้วยตนเอง ขั้นตอนการดำเนินการดังกล่าวมีดังนี้

7.1 ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ

7.2 ขั้นกิจกรรม เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้ฝึกปฏิบัติทดลอง คิดตัดสินใจ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงออกในการทำกิจกรรม ได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม หรือเป็นรายบุคคล ตลอดจนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดประสบการณ์ที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ตามเป้าหมาย

7.3 ขั้นอภิปราย เป็นส่วนที่ผู้เรียนจะได้มีโอกาสนำเอาประสบการณ์ที่ได้รับจากขั้นกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและแม่นยำ นอกจากนี้ยังฝึกให้รู้จักการยอมรับฟังซึ่งกันและกัน ความใจกว้าง การไม่ด่วนตัดสินใจหรือลงข้อสรุป ซึ่งจะพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไปด้วยให้กับผู้เรียน

7.4 ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ผู้สอนและผู้เรียนประมวลข้อความรู้ที่ได้จากขั้นกิจกรรม และขั้นอภิปรายและนำมาสรุปหาสาระและใจความสำคัญ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและสังคมต่อไป

8. การประเมินผล ในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบผู้เรียนหลังจากจบบทเรียนของแต่ละกิจกรรม แล้วว่ามีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนหรือฝึกไปเพียงใด โดยแบบทดสอบที่ใช้ได้พัฒนาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แนวคิด และเนื้อหาที่ตั้งไว้ ซึ่งเป็นที่คาดหวังว่าหากกิจกรรมมีความเหมาะสมและผู้สอนสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ผู้เรียนจะสามารถตอบข้อคำถามในแบบทดสอบเพื่อประเมินผลผู้เรียนในแต่ละกิจกรรมได้ถูกต้อง

นอกจากประเมินผลด้วยแบบทดสอบของแต่ละกิจกรรมแล้ว ผู้สอนอาจจะสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่ทำกิจกรรม เช่น การทำงานในกลุ่ม การตอบคำถามเพื่อนด้วยกัน ตอบคำถามผู้สอน การซักถาม การแสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรม ตลอดจนการเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ซึ่งดังกล่าวข้างต้นนี้จะบอกให้รู้ถึงการจัดกิจกรรมของแต่ละกิจกรรมว่าเหมาะสมและน่าสนใจเพียงใด และนำไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้หรือไม่เพียงใด

สำหรับการประเมินผลผู้เรียนจากแบบทดสอบ ผู้สอนอาจเป็นผู้ตรวจแบบทดสอบเอง หรือให้ผู้เรียนเปลี่ยนกันตรวจ โดยผู้สอนเฉลยคำตอบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเวลาในการทำกิจกรรม

9. ภาคผนวก เป็นส่วนที่ให้ความรู้กับผู้สอน ซึ่งประกอบด้วยคำเฉลยของแบบทดสอบแบบฝึกกิจกรรม คำเฉลยของแบบฝึกกิจกรรม ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับทักษะในกิจกรรมนั้น ๆ ความรู้และข้อแนะนำเกี่ยวกับการใช้และการสร้างสื่อชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการฝึกทักษะ และข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอน เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรม

สำหรับคำเฉลยของแบบฝึกกิจกรรมที่ให้ไว้นั้น เป็นแต่เพียงตัวอย่างคำตอบเท่านั้น มิได้เป็นคำตอบเดียวที่ถูกต้องที่สุด ผู้เขียนเพียงแต่ให้แนวทางในการตอบแก่ผู้สอน ดังนั้นจึงอาจมีคำตอบที่แตกต่างจากที่เฉลยไว้ก็ได้ คำตอบที่แตกต่างจากคำตอบที่เฉลยไว้นั้น ผู้สอนควรพิจารณาด้วยการอภิปรายร่วมกับผู้เรียนถึงความเป็นไปได้อย่างมีหลักการและเหตุผล

คาร์ดาเรลลี (Cardarelli, 1973) ได้กำหนดองค์ประกอบของชุดการเรียนรู้การสอนว่าต้องประกอบด้วย

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rationale)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
5. การทดสอบก่อนเรียน (Pre – test)
6. กิจกรรมและการประเมินผลตนเอง (Activities and Self – Evaluation)
7. การทดสอบย่อย (Quiz หรือ Formative Test)
8. การทดสอบครั้งสุดท้าย (Post – test หรือ Summative Evaluation)

### ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน

การสร้างชุดการสอนประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะและประเภทของแต่ละชุด ดังนี้

เฮเธอร์ (Heather, 1977) ได้ให้ขั้นตอนสำหรับสร้างชุดการเรียนรู้การสอนไว้ดังนี้ คือ

1. ศึกษาหลักสูตร ตัดสินใจเลือกสิ่งที่จะนำมาให้ผู้เรียนได้ศึกษา แล้วจัดลำดับชั้นเนื้อหาให้ต่อเนื่องจากง่ายไปยาก
2. ประเมินหาความรู้พื้นฐานประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีสอนและสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงความพร้อมและความต้องการของผู้เรียน
4. กำหนดรูปแบบการเรียนรู้
5. กำหนดหน้าที่ของผู้ประสานงานหรืออำนวยความสะดวกในการเรียน
6. สร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนว่าบรรลุเป้าประสงค์ในการเรียนหรือไม่

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2528) ได้เสนอลำดับขั้นตอนในการสร้างชุดการสอนเป็นขั้นตอน 10 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการ ตามความเหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาการออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ใน 1 สัปดาห์ หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดออกมาเป็น 4-6 หัวเรื่อง

4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการ ซึ่งต้องสอดคล้องกับหน่วย และหัวเรื่องโดยสรุปรวม แนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางการจัดเนื้อหาการสอนให้สอดคล้องกัน

5. กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้ว เปลี่ยนเป็นเชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไข และเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะ เป็นแนวทางการเลือกและการผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียนรู้” หมายถึงกิจกรรมทุกอย่าง ที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เล่นเกม ฯลฯ

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบสอบแบบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากอ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ถือว่าเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า “ชุดการสอน”

9. หาประสิทธิภาพของชุดการสอน เพื่อเป็นการประกันว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอน (แบบบรรยาย แบบกลุ่มและรายบุคคล) และตามระดับการศึกษา (ประถม มัธยม และอุดมศึกษา) โดยกำหนดขั้นตอนของการใช้ดังนี้

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน (ใช้เวลาประมาณ 10 – 15 นาที)

10.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (ขั้นสอน) ผู้สอนบรรยาย หรือให้มีการแบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

10.4 ขั้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปมโนทัศน์และหลักการที่สำคัญ

10.5 ทำแบบสอบหลังเรียน เพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้ว

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2523) ได้เสนอลำดับขั้นตอนในการสร้างชุดการสอนเป็นขั้นตอนสำคัญ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาของประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือผสมกันไป
2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งหน่วยเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลา
3. กำหนดหัวเรื่อง ว่าแต่ละหน่วยควรจะให้ประสบการณ์อะไรแก่ ผู้เรียนบ้าง โดยแบ่งเป็นหัวข้อย่อย ๆ ให้เห็นอย่างชัดเจน
4. กำหนดความคิดรวบยอด (Concept) ให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง
5. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง
6. กำหนดแบบประเมินผล ให้ตรงกับจุดประสงค์
7. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้บรรลุจุดประสงค์
8. เลือกและผลิตสื่อการสอนให้สอดคล้องกับกิจกรรม และวัตถุประสงค์ แล้วจัดแยกไว้เป็นชุด ๆ อาจจะใส่เป็นซองหรือกล่องตามความเหมาะสม
9. ทำบัตรคำสั่ง และคู่มือให้ผู้เรียนหรือผู้สอนได้ดำเนินการเรียนไปตามแผนที่ผู้สร้างชุดการสอนต้องการ
10. หาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยการทดลองแล้วหาข้อมูลมาปรับปรุงชุดการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2533) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์เนื้อหา ได้แก่ การกำหนดหน่วย หัวเรื่อง และมโนมติ

ขั้นที่ 2 การวางแผน วางแผนไว้ล่วงหน้า กำหนดรายละเอียด

ขั้นที่ 3 การผลิตสื่อการเรียน เป็นการผลิตสื่อประเภทต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในแผน

ขั้นที่ 4 หาประสิทธิภาพ เป็นการประเมินคุณภาพของชุดการเรียนการสอน โดยนำไปทดลองใช้ ปรับปรุงให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนการผลิตชุดการสอน การผลิตชุดการเรียนการสอนประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521) วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523) สุณีย์ เหมะประสิทธิ์ (2533) และธีระ ผดุงศักดิ์ชยกุล (2535) ได้อธิบายขั้นตอนไว้ 3 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นวางแผนดำเนินงาน (2) ขั้นดำเนินการผลิต (3) ขั้นทดสอบ ประเมินผล ซึ่งแต่ละขั้นมีรายละเอียด ดังนี้ (วรรณฉวี คามีสักดิ์, 2539)

#### 1. ขั้นวางแผนดำเนินงาน มีขั้นตอน ดังนี้

1.1 วิเคราะห์และกำหนดปัญหาหรือความต้องการ แนวความคิด สภาพปัญหา ความจำเป็นหรือความต้องการ เป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตชุดการสอน โดยมีความสัมพันธ์กับลักษณะของผู้เรียน

1.2 วิเคราะห์ลักษณะผู้เรียน ในด้านอายุ ระดับความรู้ความสามารถ ทักษะ ความสนใจ ความต้องการ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในกลุ่มผู้เรียน

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ จะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การสอน และเหมาะสมกับระดับผู้เรียน

1.4 วิเคราะห์เนื้อหา โดยแบ่ง เป็นหน่วยการเรียนการสอนที่ไม่ซ้ำซ้อน แต่ละหน่วยประกอบด้วยหัวข้อย่อย ๆ อะไรบ้าง มีมโนคติอะไรบ้าง ซึ่งต้องสอดคล้องกับหัวข้อย่อยแต่ละหน่วย

1.5 เลือกชนิดของสื่อที่จะผลิต ควรใช้สื่อมากกว่า 1 ชนิด คือ ให้เป็นไปในลักษณะของสื่อประสมเพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียน แต่ไม่ควรยึดหลักว่า ในการผลิตหรือการจัดหาสื่อนั้นควรให้น้อยประเภท แต่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุด

1.6 กำหนดกิจกรรมและระยะเวลา โดยเขียนแผนงานที่เด่นชัดว่าควรเริ่มทำกิจกรรมใดก่อน และกิจกรรมใด สามารถดำเนินการได้ในเวลาเดียวกัน

1.7 กำหนดการประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนว่า จะใช้เกณฑ์อะไรบ้าง ซึ่งรายละเอียดจะปรากฏในขั้นทดสอบประเมินผล

1.8 วางแผนการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดการสอนว่าจะมีการทดลองกี่ขั้น ทำกับใคร ที่ไหน ช่วงเวลาใด

2. ขั้นตอนการผลิต ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบการจัดสภาพที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

2.1 การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแข็งขัน เช่น การให้นักเรียนได้ใช้ความคิด และตอบคำถาม การให้นักเรียนได้ลงมือกระทำหรือพบกับปัญหา หรือสถานการณ์ใหม่ ๆ

2.2 การเรียนแบบค่อยเป็นค่อยไป โดยการจัดเนื้อหาให้นักเรียนได้เรียนแบบค่อยเป็นค่อยไป ทีละเล็กทีละน้อย จากง่ายไปหายากจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม เปรียบเสมือนกับการขึ้นบันได ทั้งนี้ขั้นตอนแต่ละขั้นไม่ควรถี่หรือห่างจนเกินไป จากผลการวิจัยโดยทั่วไปพบว่า การเรียนแบบช่วงการเรียนสั้น ๆ สลับกับการหยุดพักหรือการกระทำกิจกรรมอื่น จะมีประสิทธิภาพดีกว่าการเรียนแบบระยะยาว

2.3 การให้นักเรียนได้ทราบผลแห่งการกระทำ ของตนในทันทีทันใด เมื่อให้นักเรียนได้กระทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ต้องแจ้งผลการกระทำให้นักเรียนทราบ อันเป็นการสร้างแรงจูงใจที่ดี ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีกำลังใจในการทำกิจกรรมให้ก้าวหน้า และสร้างระดับความตั้งใจให้สูงขึ้น และยังช่วยนักเรียนปรับปรุงตนเองในการกระทำกิจกรรม

2.4 การให้นักเรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จในการกระทำกิจกรรม โดยควรจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนและเป็นไปในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จบ้าง เพื่อเป็นการเสริมแรง และให้กำลังใจในอันที่จะทำกิจกรรมอื่นต่อไป ไม่ควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์แห่งความเจ็บปวดอันเกิดจากกิจกรรมนั้นเกินระดับความสามารถ และประสบการณ์เดิมของเขา

3. ขั้นตอนทดสอบประเมินผล เมื่อผลิตชุดการเรียนการสอนแล้วจำเป็นต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพ เป็นหลักประกันว่าชุดการเรียนการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอน ซึ่งในการทดสอบนี้อาศัยการทดลองตามลำดับขั้น โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ซ้ำกัน ดังต่อไปนี้

3.1 ทดลองรายบุคคล เป็นการทดลองใช้กับผู้เรียน จำนวน 1 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้รับมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปทดลองใช้ในขั้นต่อไป

3.2 ทดลองกลุ่มเล็ก เป็นการทดลองใช้กับผู้เรียน จำนวน 6 – 10 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้เครื่องมือในการวิจัยที่มีประสิทธิภาพ แล้วนำไปทดลองภาคสนาม

3.3 ทดลองภาคสนาม เป็นการทดลองใช้กับนักเรียนทั้งชั้น จำนวน 40 – 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข

ประสิทธิภาพของชุดการสอน ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2525) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนจะพึงพอใจ ส่วนการที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้น ครูเป็นผู้พิจารณาโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำ มักตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ต่ำกว่า เช่น 75/75 เป็นต้น ส่วนกองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ได้สรุปการกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับว่าดี หรือนวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ คือ ด้านความรู้ ความจำ  $E_1/E_2$  มีค่า 80/80 ขึ้นไป ด้านทักษะปฏิบัติ  $E_1/E_2$  มีค่า 70/70 ขึ้นไป โดยมีค่า  $E_1/E_2$  ต้องไม่แตกต่างกันเกินกว่าร้อยละ 5

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### ผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการทดลองสอนที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จัดจ์ (Judge, 1975) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการสังเกตในเด็กอายุ 5 – 6 ปี โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นเด็กที่เรียนหลักสูตร Montessori ระดับอนุบาลมา 2 ปี กลุ่มที่ 2 เป็นเด็กที่เคยเรียนหลักสูตรอื่นมาและได้รับการฝึกตามหลักสูตร S-APA ระดับอนุบาล 1 ปี ส่วนกลุ่มที่ 3 ไม่เคยเรียนหลักสูตร Montessori และหลักสูตร S-APA ในระดับอนุบาลเลย ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แตกต่างกับกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



อัญชลี ไสยวรรณ (2531) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยด้านการสังเกตและการจำแนกประเภท โดยใช้วิธีจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการทดลองกับวิธีจัดประสบการณ์แบบผสมผสาน พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์โดยวิธีปฏิบัติการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุภาวดี ลัญยานุกูล (2532) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดและการสื่อความหมายของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบใช้เกมประกอบการสาธิต กับแบบปฏิบัติการทดลอง พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการวัดและการสื่อความหมายสูงกว่าเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบใช้เกมประกอบการสาธิต สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สิริมา สิงหะผลิน (2533) ได้ศึกษาทักษะการหามิติสัมพันธ์ และทักษะกระบวนการลงความคิดเห็นของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการทดลองกับแบบปกติพบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบการทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 ทักษะสูงกว่าเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบปกติ ผลงานวิจัยของ วไลพร พงษ์ศรีทัศน์ (2533) ได้ศึกษาผลการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการทดลองประกอบอาหารกับแบบปกติที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยพบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัด ทักษะการสื่อความหมาย ทักษะการลงความเห็นและทักษะการหามิติสัมพันธ์สูงกว่าเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบปกติ และผลงานวิจัยของ ชนกพร ชีระกุล (2541) ได้ศึกษา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์ แบบเน้นกระบวนการ กับ เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมกลุ่มศิลปะสร้างสรรค์แบบปกติ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์แบบเน้นกระบวนการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์แบบปกติ

ละดา ดอนหงษา (2531) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยเกมฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1

สอนโดยเกมฝึกทักษะและกลุ่มที่ 2 สอนโดยแบบฝึกทักษะ ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 48 คาบ ๆ ละ 20 นาที ผลการศึกษาปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน และทั้ง 2 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองด้วยความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยเกมฝึกทักษะดีกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พรพิมล สุวรรณรัตน์ (2542) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดฝึกกิจกรรม เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า หลังการใช้ชุดฝึกกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยสูงขึ้นในทุกทักษะ ผลงานวิจัยของ บุญเลิศ เสียงสุขสันติ (2531) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และโดยการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .01 โดยนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ส่วนผลงานวิจัยของ ทวี นวพลวตานนท์ (2532) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกหัดสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสระบุรี โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หาร พุฒประเสริฐ (2539) ได้ศึกษางานวิจัยด้านการสังเคราะห์งานวิจัย ปรากฏว่าการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการสอนทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติ

เชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนแบบปกติ และการที่ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูเป็นผู้ดำเนินกิจกรรม สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ รัตนะ บัวรา (2540) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลงานวิจัยของ เนื้อทอง นายี่ (2544) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอน โดยครูเป็นผู้สอนที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และผลงานวิจัยของ จิต นวนแก้ว (2532) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชนอมพิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลปรากฏว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสามารถปฏิบัติและบรรลุวัตถุประสงค์ของทุกกิจกรรมได้ตามเกณฑ์ การประเมินผลรายกิจกรรม และผ่านการประเมินผลสรุปรวมทุกกิจกรรมตามเกณฑ์ที่กำหนดให้

อุทัย บุญมาดี (2529) ได้ทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

อุษา คำประกอบ (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการ

สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุภารัตน์ จินดาวงษ์ (2531) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนกับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

### ผลงานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของชุดการสอน

วาสนา พรหมสุรินทร์ (2540) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างโดยวิธีวิเคราะห์ระบบเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง “สัตว์ต่าง ๆ ที่รู้จัก” ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือ 88.75/90.33 และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ผ่องศรี หล่อศิริไพบูลย์ (2518) ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องธรรมชาติของน้ำสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยสร้างขึ้นจำนวน 4 ชุด ผลปรากฏว่าชุดการสอนทั้งที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มากกว่าที่ได้ตั้งไว้ 90/90 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 75

บุญส่ง เนตรวงษ์ (2535) ได้ผลิตชุดการเรียนด้วยตนเองสำหรับสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องชีวิตสัตว์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.34/86.32 และกลุ่มทดลองที่สอนซ่อมเสริมโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนผลงานวิจัยของ ชูชาติ แพน้อย (2533) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเขมพิทยาคม โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา ปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 89.36/87.18 และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนก่อนและหลังการเรียน โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนทางด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียน โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

สาโรช ไพบูลย์วุฒิโชค (2532) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสภาวะอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า ชุดการเรียนมีประสิทธิภาพ 94.75/94.28 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนตามปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ เจตคติของนักเรียนต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนตามปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วน จิระ ทวีพิเศษ (2535) ได้สร้างชุดการสอนเรื่องอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นประกอบวิชาช่างไฟฟ้าวิทย์ 31 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.25/100 และผลสำเร็จทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนจากชุดการสอนแตกต่างจากก่อนเรียนจากชุดการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมพิศ อุดมศิลป์ (2533) ได้สร้างชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องมวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.38/83.99 และมีคะแนนความก้าวหน้าในการเรียนโดยใช้ชุดการสอนนี้เท่ากับ 31.46

ยินดี สวณะคุณานนท์ (2545) ได้พัฒนาชุดการสอนแบบ Laboratory Approach แนวใหม่สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วย ชุดการสอนแบบ Laboratory Approach แนวใหม่

สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกชุดการสอน ส่วนคะแนนเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดการสอนแบบ Laboratory Approach แนวใหม่ทั้ง 4 ชุด มีค่าต่ำกว่าก่อนเรียนเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับประสิทธิภาพของชุด พบว่า ชุดการสอนแบบ Laboratory Approach แนวใหม่ ทั้ง 4 ชุด มีประสิทธิภาพ 74/56 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

วรรณฉวี คามีสักดี (2539) พัฒนาชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวัสดุสังเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ผลการศึกษา พบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 4 ชุด มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย 86.34/97.50 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้ชุดการสอนสูงกว่าก่อนการใช้ชุดการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### ผลงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จิต โสภิน เคนจันทิก (2542) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดเทศบาลเขตการศึกษา 9 (2542) พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กเท่ากับ 58.38 57.65 และ 58.30 ตามลำดับ ส่วนเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 71.37 66.87 และ 64.79 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ มงคล ฤกษ์ป่าณี (วารสารการวิจัยทางการศึกษา, เล่มที่ 24 ฉบับที่ 3 2537) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนนทบุรี พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวมทุกทักษะเฉลี่ยร้อยละ 45.67 เมื่อจำแนกรายทักษะ พบว่า ทักษะด้านการจำแนกประเภทมีค่าเฉลี่ยร้อยละสูงสุด (ร้อยละ 55.07) รองลงมาได้แก่ ทักษะการวัด (52.78) ทักษะการคำนวณมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำสุด (37.33) ทักษะอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกันดังนี้ ทักษะการสังเกต (49.10) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (47.51) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติและมิติกับเวลา (45.14) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (39.33) และทักษะการพยากรณ์ (39.11)

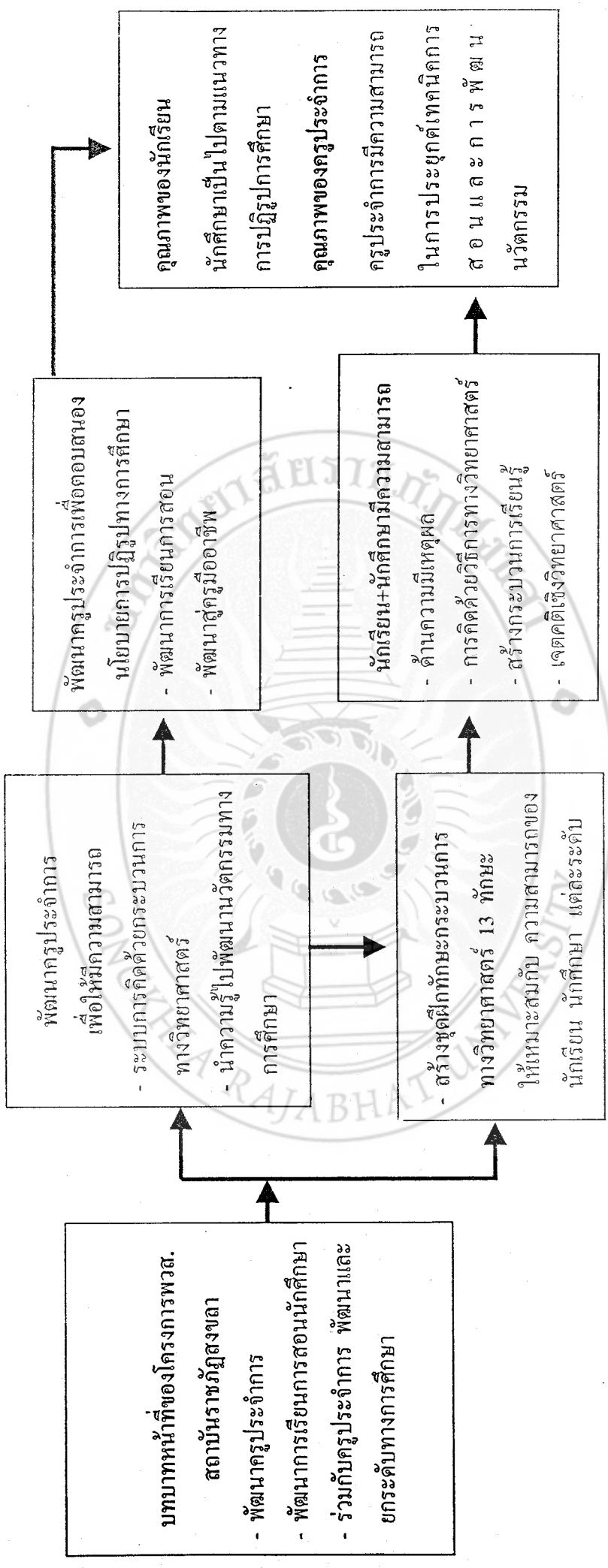
ชัยยศ จำเนียรกุล (2532) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
 ขั้นพื้นฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบเรียน  
 วิทยาศาสตร์ สสวท. 2531 ในจังหวัดสิงห์บุรี พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์  
 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานคิดเป็นร้อยละ 59.13 ทักษะการสังเกต  
 ร้อยละ 59.13 ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่และเวลา ร้อยละ 45.50 ทักษะการ  
 จำแนกประเภท ร้อยละ 47.35 ทักษะการคำนวณร้อยละ 53.93 ทักษะการวัดร้อยละ 52.65  
 ทักษะการลงความเห็น ร้อยละ 47.59 ทักษะการพยากรณ์ ร้อยละ 56.88 ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ  
 ส่วนทักษะการสื่อความหมาย ร้อยละ 64.08 จัดอยู่ในระดับปานกลาง และเจตคติทางวิทยาศาสตร์  
 จัดอยู่ในระดับปานกลาง

ประกิจ สงข์จำ (2532 อ้างใน ชูชาติ แพน้อย, 2533) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ  
 เรียนด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลสมของนักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนที่ไม่เคยผ่าน  
 โครงการโรงเรียนมัธยมศึกษาเพื่อพัฒนาชนบท กับนักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนที่เคยผ่าน  
 โครงการโรงเรียนมัธยมศึกษาเพื่อพัฒนาชนบท ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชัยนาท  
 พบว่า มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 47.77 และ 52.85 ธีระชัย นนพิภักดิ์ (2530 อ้างใน ชูชาติ แพน้อย,  
 2533) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์  
 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลสมอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนรวม  
 อติสร สุมโนจิตรากรณ์ (2529) พบว่า นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดศรีสะเกษ มี  
 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางโดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ ระหว่าง 30.25  
 ถึง 38.63 กิ่งฟ้า สีนธวัชย์ (2525) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1) และตอนปลาย (ม.4) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า  
 นักเรียนส่วนใหญ่ทั้ง 2 ระดับชั้น ทำข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้คะแนนต่ำ  
 กว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม และมาโนช วาตะพุกกณะ (2523 อ้างใน ชูชาติ แพน้อย, 2533)  
 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา คิดเป็นร้อยละ 44.28 ซึ่งต่ำกว่า  
 เกณฑ์ที่ควรจะเป็น ส่วน รุจี ไรจนประศาสน์ (2523 อ้างถึงใน บุษพา อนันตรศิริชัย 2531)  
 พบว่า ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการ  
 เรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จินตนา อามระดิษ (2529 อ้างถึงในชูชาติ แพน้อย, 2533) ได้ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ประสบปัญหาในการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเฉลี่ยรวมทุกด้านคือ ด้านตัวครู ผู้สอน ด้านตัวนักเรียน ด้านอุปกรณ์การสอน และด้านการประเมินผลการเรียนการสอนอยู่ในระดับปานกลาง แต่ด้านที่มีปัญหาในระดับมากได้แก่ ด้านตัวครูผู้สอน คือ การดูแลนักเรียนอย่างทั่วถึงในการทำการทดลองเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความเพียงพอของเวลาที่ใช้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน ด้านตัวนักเรียน ปริมาณของจำนวนนักเรียน การขาดประสบการณ์ความคิดอย่างมีระบบของนักเรียน และความไม่เพียงพอในการฝึกการทดลองด้วยตนเองหรือฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาก่อนในชั้นประถมศึกษาของนักเรียน

จากการศึกษาผลงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดการสอนเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวข้างต้นพบว่า ส่วนใหญ่ชุดการสอนเพื่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ แต่ผลงานวิจัยที่สำรวจความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ และการเรียนการสอนด้วยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีปัญหาค่อนข้างมากทั้งด้านครูผู้สอน นักเรียน วัสดุอุปกรณ์ และงบประมาณ และจากบทบาทหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏสงขลามีหน้าที่ในการสนับสนุนให้การช่วยเหลือ และพัฒนาครูประจำการ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบแนวคิดรวบยอดของการวิจัย โดยเชื่อมโยงบทบาทหน้าที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏสงขลา การพัฒนาครูประจำการก่อนนำชุดไปใช้และสิ่งทีนักเรียน นักศึกษาจะได้รับเมื่อได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดฝึกทักษะดังนี้





ภาพที่ 1 : กรอบความคิดรวมยอด (Conceptual Framework)