

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. พฤติกรรมการสอน
 - 1.1 ความหมายของพฤติกรรมการสอน
 - 1.2 ความสำคัญของพฤติกรรมการสอน
 - 1.3 ลักษณะของพฤติกรรมการสอน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 การสังเกตพฤติกรรมการสอน
 - 3.2 จุดมุ่งหมายของการสังเกตและการวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน
 - 3.3 ประโยชน์ของการสังเกตและการวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน
 - 3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมการสอน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1.1 งานวิจัยภายในประเทศ
 - 4.1.2 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการสอน
 - 4.2.1 งานวิจัยภายในประเทศ
 - 4.2.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. พฤติกรรมการสอน

1.1 ความหมายของพฤติกรรมการสอน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่าพฤติกรรมการสอนไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

พจน์ สะเพียรชัย (2515: 20) กล่าวไว้ว่า “พฤติกรรมการสอน หมายถึง กิจกรรมวิธีการและการแสดงออกทุกชนิดที่ครูใช้หรือปฏิบัติตนในการสอนแต่ละครั้ง”.

แฟลนเดอร์ส (Flanders, 1970: 4) ได้กล่าวถึงความหมายของพฤติกรรมการสอนไว้ว่า “เป็นการกระทำของครูที่เกิดขึ้นในระหว่างการปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน”

ธีระบุท สนิยวงศ์ ณ อยุธยา (2525: 125) ได้กล่าวถึงความหมายของพฤติกรรมการสอนไว้ว่า “เป็นการกระทำหรือกิจกรรมที่ครูและนักเรียนแสดงออกมาเพื่อมุ่งพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ เจตคติ และทักษะตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ถ้าครูแสดงออกเรียกว่าพฤติกรรมของการสอนครู ถ้านักเรียนเป็นผู้แสดงออกเรียกว่า พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน”

จากความหมายของพฤติกรรมการสอนดังที่กล่าวมา อาจสรุปได้ว่าพฤติกรรมการสอน หมายถึง การแสดงออกโดยใช้คำถาม คำสั่ง และการแสดงออกโดยการสอนด้วยวิธีการต่าง ๆ ในขณะปฏิบัติการสอนแต่ละครั้ง

1.2 ความสำคัญของพฤติกรรมการสอน

กิจกรรมที่สำคัญของการศึกษาทุกระดับคือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งรับผิดชอบโดยครูผู้สอน โดยตรงและเป็นการกระทำที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนระหว่างการเรียนการสอน พฤติกรรมการสอนมีความสำคัญอยู่หลายประการเพราะพฤติกรรมการสอนเป็นสิ่งที่ส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ทั้งนี้พฤติกรรมการสอนของครูและพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนเป็นกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนจะดีขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการสอนของครูเป็นสำคัญ คาร์ทไรท์ และคาร์ทไรท์ (Cartwright and

Cartwright, 1984: 138) ได้แสดงความคิดเห็นในเรื่องนี้ว่า “พฤติกรรมการณ์การเรียนของนักเรียนจะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นในชั้นเรียนนั้นอยู่กับพฤติกรรมการณ์การสอนของครูเป็นสำคัญ เพราะพฤติกรรมการณ์การสอนของครูจะเป็นตัวชี้แนะพฤติกรรมการณ์การเรียนของนักเรียนด้วย” ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ริชเชอท์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา (2525: 125) กล่าวไว้เช่นกันว่า “พฤติกรรมการณ์การเรียนจะดำเนินไปด้วยดีต้องอาศัยพฤติกรรมการณ์การสอนที่ดี”

นอกจากพฤติกรรมการณ์การสอนของครูจะมีผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการณ์การเรียนของนักเรียนดังกล่าวมาแล้ว พฤติกรรมการณ์การสอนของครูยังมีส่วนสำคัญในอันที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย พยุงศักดิ์ สนเทศ (2531: 9) ได้แสดงความคิดเห็นว่า “พฤติกรรมการณ์การสอนที่เหมาะสมเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่ดี และสอดคล้องกับความต้องการ ความสนใจของผู้เรียนจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความพอใจรักใคร่และศรัทธาในตัวครู อันจะเป็นผลให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก็จะดีไปด้วย” นอกจากนี้ มิลแมน (Millman, 1971: 174) กล่าวไว้เช่นกันว่า “ถึงแม้ว่าปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน แต่พฤติกรรมการณ์การสอนของครูก็นับว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากที่สุด”

นอกจากนี้พฤติกรรมการณ์การสอนของครูจะมีความสำคัญต่อพฤติกรรมการณ์การเรียนของนักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดังกล่าวมาแล้ว พฤติกรรมการณ์การสอนยังเป็นสิ่งชี้้นำคุณภาพการศึกษาอีกด้วย ภิญโญ สาคร (2522: 3-6) กล่าวว่า “ครูเป็นบุคคลที่สำคัญที่สุดในการจัดการเรียนการสอนให้ได้ผลดีและครูเป็นผู้ที่ทำให้แผนการศึกษาแห่งชาติดำเนินไปตามวัตถุประสงค์อย่างได้ผล” ซึ่งสอดคล้องกับเฟลนเดอร์ส (Flanders, 1970: 3) กล่าวว่า “พฤติกรรมการณ์การสอนในห้องเรียนเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ถ้าครูเอาใจใส่และควบคุมพฤติกรรมการณ์การสอนของตนให้เป็นไปในทิศทางที่กำหนดไว้แล้วย่อมจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายของการศึกษาที่กำหนดไว้ได้”

จากความสำคัญของพฤติกรรมการณ์การสอนของครูดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า พฤติกรรมการณ์การสอนของครูเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีพฤติกรรมการณ์การเรียนที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย เนื่องจากครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญที่สุดในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ คุณภาพของครูตลอดจนพฤติกรรมการณ์การสอนของครูจึงมีส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของชาติด้วย

1.3 ลักษณะของพฤติกรรมการสอน

ลักษณะของพฤติกรรมการสอนที่ครูแสดงออกนั้นอาจแบ่งได้หลายประเภท ดังนี้

เบลแลก (Bellack, 1963: 25) ได้แบ่งพฤติกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนระหว่างครูและนักเรียนออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. พฤติกรรมทางวาจา (Verbal Behavior) หมายถึง พฤติกรรมที่ครูและนักเรียนแสดงออกเพื่อสื่อความหมายระหว่างกันโดยการพูดหรือการอ่านออกเสียง
2. พฤติกรรมที่ไม่ใช้วาจา (Non - Verbal Behavior) หมายถึง พฤติกรรมที่ครูและนักเรียนไม่ได้แสดงออกทางวาจาแต่เป็นการแสดงออกทางท่าทาง

แฟลนเดอร์ส (Flanders, 1970: 3) ได้แบ่งพฤติกรรมการสอนของครูออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1. พฤติกรรมทางตรง สัมผัสได้จากครูบรรยาย ครูออกคำสั่งและสั่งสอน
2. พฤติกรรมทางอ้อม เป็นพฤติกรรมที่ตอบรับสัมผัสจากครูให้การยอมรับหรือมีความรู้สึกที่ดีต่อนักเรียน ครูแสดงการชมเชยหรือยกย่อง ครูแสดงการยอมรับคำพูดของนักเรียน และครูเป็นผู้ถามตามแนวความคิดของครู

ในการวิจัยนี้จะศึกษาพฤติกรรมที่แสดงออกและสัมผัสได้จาก ครูบรรยาย ครูออกคำสั่ง และสั่งสอน ในการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิชาเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นมากที่จะต้องฝึกฝนนักเรียนให้รู้จักนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักพัฒนาความคิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง นักการศึกษาหาทุกท่านได้ให้ความหมายและความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2522: 22) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ”

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2527: 127) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้เสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ซึ่งสอดคล้องกับ นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิสวธีรานนท์ (2525: 48) ที่กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้นจะประสบผลสำเร็จ หรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน”

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2530: 128) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า “เป็นความสามารถในการเลือกใช้และการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งจนเกิดความคล่องแคล่วและชำนาญ” ซึ่ง พงณา ทรัพย์สมาน (2534: 24) ที่กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคล่องแคล่วและชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะสำคัญ 2 ประการ คือ ทักษะในการทำหรือการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และทักษะในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์”

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2532: V) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาในการศึกษาค้นคว้าเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ”

สุนีย์ คล้ายนิล (2535: 8) ได้อธิบายว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการหรือกิจกรรมที่ใช้ปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ หรือเกิดทักษะในกิจกรรมนั้น ๆ ในทางวิทยาศาสตร์”

ไสว พิทขาว (2536: 150) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิด

จากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบของคนและความสามารถในการเลือกใช้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกเพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา หรือค้นคว้าสิ่งที่ยังไม่รู้ให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ก่อให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น”

คัสแลน และสโตน (Kusland and Stone, 1968: 229) กล่าวไว้สรุปได้ว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การวัด การทดลองและการออกแบบการทดลอง การอธิบาย การสรุปหลักเกณฑ์และการพิจารณาเหตุผลเชิงปรนัย”

คลอปเฟอร์ (Klopfer, 1971: 568-573) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า “เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

จีกา (Gega, 1990: 96) กล่าวสรุปไว้ว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนคิดและรวบรวมข้อมูลได้ด้วยการสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การสื่อความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปและการทดลอง”

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่ได้รับการพัฒนาจนเกิดความชำนาญในการสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มิได้มุ่งเฉพาะตัวเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าแล้วเรียบเรียงไว้อย่างมีระบบเท่านั้น แต่ยังมีความหมายครอบคลุมไปถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย การสอนวิทยาศาสตร์จึงควรให้ผู้เรียนได้รับทั้งผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ คือ ตัวความรู้และควรปลูกฝังถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วยให้แก่ผู้เรียนไปด้วยในเวลาเดียวกัน (วรรณทิพา, 2540: ค) และได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

นิตา สะเพียรชัย และคณะ (2527: 72) กล่าวว่า “การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์นั้นต้องให้นักเรียนได้ทั้งตัวความรู้ซึ่งเป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์และได้ทั้ง กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งหมายถึง วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิง วิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ต่อไป” ดังนั้นใน ปัจจุบันปรัชญาการจัดหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ จึงเปลี่ยนมาเน้นทั้งความรู้และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า การ สอนวิทยาศาสตร์นั้นครูนอกจากจะมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดีแล้ว ควรให้ความสำคัญ ของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อยไปกว่าเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ แต่กระบวนการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์นั้น สามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้ได้ตลอดไป

2.3 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษา พบว่า นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

1. การแบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 13 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. การแบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มี 8 ทักษะ ได้แก่ การ สังเกต การวัด การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา การใช้ ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูลและการพยากรณ์

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นผสม มี 5 ทักษะ ได้แก่ การ ตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและการ ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความแตกต่างกัน โดยให้รายละเอียดดังนี้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2524: 59-129) ได้แบ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตเข้าไปด้วย ข้อมูลจากการสังเกตมี 2 ประเภท คือ

1.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาด มวล อุณหภูมิ อาจบอกโดยกะประมาณ หรือบอกโดยใช้หน่วยมาตรฐาน

1.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องไปกับการสังเกต ต้องมีหน่วยกำกับเสมอ ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในด้านต่อไปนี้

2.1 เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 ใช้เครื่องมือที่วัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว

2.3 อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสองหรือถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจนให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายในเชิงสถิติ

4. ทักษะในการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างในการจำแนก

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถในการกระทำดังต่อไปนี้

5.1 วาดรูป 3 มิติของวัตถุธรรมดาได้

5.2 ชี้บ่งและบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติได้

5.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาในกระจกได้

5.5 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้

5.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา คือ บอกความสัมพันธ์ระหว่าง

การเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง ที่อยู่ ขนาด ของวัตถุกับเวลา

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้ประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอยู่อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง

7. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ซึ่งอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น

7.1 คำพูดหรือคำบรรยาย

7.2 สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายที่ตกลงกันไว้ เพื่อแทนข้อความบางอย่าง เพื่อสะดวกและง่ายต่อการเข้าใจ

7.3 สมการทางวิทยาศาสตร์

7.4 ไดอะแกรม

7.5 แผ่นภาพหรือรูปภาพที่เกิดจากการวาด ถ่ายจากของจริง

7.6 แผนภูมิแท่งและแผนภูมิวง กราฟ

7.7 ตาราง

7.8 แผนที่

8. ทักษะการทำนาย หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนสิ่งที่จะขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนายได้ในขอบเขตของข้อมูลและภายนอกขอบเขตของข้อมูล

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ก่อนการทดลอง โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมหรือหลักการ กฎ และทฤษฎีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

10. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ นิยามเชิงปฏิบัติการมีสาระสำคัญ 2 ประการ คือ ระบุสิ่งที่จะสังเกต และระบุการกระทำซึ่งอาจจะได้จากการวัด การทดสอบหรือจากการทดลอง ถ้าคำนิยามไม่มีคุณสมบัติ 2 ประการนี้ถือว่าไม่ใช่คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร ตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าจะส่งผลให้เกิดเหตุการณ์นั้น ๆ จริงหรือไม่
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอิสระ เมื่อตัวแปรอิสระมีค่าเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย
3. ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) คือ ตัวแปรอื่น ๆ ที่เรายังไม่สนใจที่จะศึกษาอิทธิพลที่อาจมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่เพื่อให้ตัวแปรต้นเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

12. ทักษะการทดลอง การทดลองเป็นกระบวนการที่รวมเอากระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น

13. ทักษะการแปลความหมายและสรุปผล คือ ความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ส่วนการสรุปผลเป็นการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525: 58-84) ได้สรุปประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 13 ทักษะ ดังนี้คือ

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลทางวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการวัดต่อไปนี้

2.1 เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 ใช้เครื่องมือที่วัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ

และรวดเร็ว

2.3 อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความเป็น

จริง พร้อมกับมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร และ หาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสองหรือถอดราก

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง กระบวนการที่ใช้จำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการศึกษาและจดจำสิ่งเหล่านั้น โดยอาศัยเกณฑ์ในการจำแนก

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติและมิติกับเวลา หมายถึงความสามารถในการกระทำดังต่อไปนี้

5.1 วาดรูป 3 มิติของวัตถุธรรมดาได้

5.2 ชี้บ่งและบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ และระนาบสมมาตรของรูป 3 มิติได้

5.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติและรูป 3 มิติได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้อย่างไร

5.5 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้ คือบอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา คือ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุมีผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีนี้อาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง

7. ทักษะการสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ในทางวิทยาศาสตร์อาจทำได้หลายรูปแบบดังต่อไปนี้

7.1 คำพูดหรือคำบรรยาย หมายถึง ข้อความที่รัดกุม ชัดเจนที่แสดงความสัมพันธ์เกี่ยวข้องในแง่ของเหตุและผล

7.2 สัญลักษณ์ หมายถึง ตัวอักษรหรือเครื่องหมายที่ตกลงกันไว้เพื่อแทนข้อความบางอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้รัดกุม สะดวก และง่ายต่อการเข้าใจยิ่งขึ้น

7.3 สมการทางวิทยาศาสตร์

7.4 ไดอะแกรม

7.5 แผนที่

7.6 แผนภาพหรือรูปภาพ

7.7 แผนภูมิแท่งและแผนภูมิวง

7.8 ตาราง

7.9 กราฟ

8. ทักษะการทำนาย หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือหลักการ กฎ ทฤษฎีในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยทำนาย อาจทำได้ในขอบเขตของข้อมูลและภายนอกขอบเขตของข้อมูล

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การกำหนดข้อความที่เป็นไปได้ที่ตั้งขึ้น โดยยังไม่มี การทดสอบรับรอง แต่จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้หรือจะใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้

10. ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การให้ความหมายหรือคำจำกัดความของคำซึ่งเป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะที่เป็นคำง่าย ๆ ชัดเจนและไม่กำกวมโดยคำนิยามเชิงปฏิบัติการมีสาระสำคัญ คือ ระบุสิ่งที่จะสังเกตและระบุการกระทำ ซึ่งอาจได้จากการทดลอง

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร หมายถึง การแยกเป็นประเภทและชี้บ่งตัวแปรต่าง ๆ ได้ว่าเป็นตัวแปรประเภทใด

12. ทักษะการทดลอง เป็นกระบวนการออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และดำเนินการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น

13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล หมายถึง ความสามารถที่จะบอกความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ในรูปของตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติ ส่วนการสรุปผล หมายถึง การนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (The American Association for the Advancement of Science อ้างถึงใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531: 161-252) ได้แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills)
2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (Integrated Science Process Skills)

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills)

ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 8 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัสเข้าสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลที่เป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ ทั้งนี้โดยไม่ใช้ประสบการณ์และความคิดเห็นของผู้สังเกตในการเสนอข้อมูลนั้น

2. ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอและรวมไปถึงการเลือกใช้ เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับสิ่งที่วัดด้วย

3. ทักษะการใช้ตัวเลขจำนวน (Using Numbers) หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ และหารตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ๆ ทั้งนี้ตัวเลขบวกลบคูณหารนั้นจะต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกับตัวเลขใหม่ที่ได้ จากการคำนวณจะช่วยให้สามารถสื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการชัดเจนยิ่งขึ้น

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง ความสามารถในการแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่งเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน หรือความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งก็ได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส/สเปสและสเปส/เวลา (Relationship between space/space and space/time) หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ 3 มิติ กับ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ระหว่างสเปสกับเวลา ซึ่งได้จากการเปลี่ยนแปลงที่อยู่วัตถุกับเวลาหรือระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

7. ทักษะการจัดกระทำข้อมูลหรือสื่อความหมายข้อมูล (Communicating) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลดิบได้จากการสังเกต การทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ ที่มีข้อมูลดิบอยู่แล้วมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น แล้วนำข้อมูลที่จัดกระทำนั้นแล้วนำมาเสนอให้บุคคลอื่นเข้าใจ

ความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาศัยการเสนอด้วยรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ เป็นต้น

8. ทักษะการทำนาย (Predicting) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 5 ทักษะคือ

9. ทักษะการควบคุมตัวแปร (Controlling Variable) หมายถึง ปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ จะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่หนึ่งเป็นอย่างน้อย ซึ่งการศึกษาในปรากฏการณ์นั้น ๆ จำเป็นจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นเหตุและเป็นตัวแปรที่เป็นผล และสามารถควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นในขณะที่ศึกษาตัวแปรที่เป็นสาเหตุตัวใดตัวหนึ่ง

10. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นข้อสรุปของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตหรือเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมุติฐานกำหนดขึ้นโดยอาศัยการสังเกต ประกอบกับความรู้และประสบการณ์เดิม กฎ หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สังเกตได้กับสังเกตไม่ได้ เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกันในเรื่องที่ไม่สามารถสังเกตได้ ซึ่งการระบุความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการปฏิบัติการทดลองต่อไป

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมุติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปของข้อมูล (Interpreting data and making conclusion) หมายถึง ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้อัปเดตกระทำ และอยู่ในรูปที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งจะนำไปสู่การระบุความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531: 1-9) ได้แบ่งทักษะที่เป็นองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการจำแนกประเภท(Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปซกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับ

5. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้น ได้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไลอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Infering) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นได้จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยสรุปการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นทางการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อนสมมติฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้หลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองความเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติงานเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนดังนี้

1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับกำหนดและควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดอื่น ๆ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2532: V-VII) ได้แบ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะที่ 9-13 เป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และขั้นผสม และความหมายของแต่ละทักษะมีดังนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกายเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น

2. การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา(Using Space/Time Relationships)
สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความยาว ความสูง
ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การใช้ตัวเลข (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดี โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม กราฟ การเขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น การทำนายผลของข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนสมมติฐานหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐาน คือ การบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตามและในการตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรไหนเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ถูกควบคุม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยอาศัยคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในการตั้งสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปร เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหา

คำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ชั้น คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องการบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสมพร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)

การตีความหมายของข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

3. พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นจะต้องฝึกฝนให้นักเรียนนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแสวงหาความรู้ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูเป็น

สิ่งที่ผลโดยตรงต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นครูควรมีพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2531: 1-9) ซึ่งประกอบด้วย 13 ทักษะ ในแต่ละทักษะครูควรมีพฤติกรรมการสอน ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต

1.1 ถาถามนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะ สมบัติ และการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นของสาร โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน

1.1.1 ลักษณะของสาร เช่น สถานะ รูปร่าง ขนาด สี กลิ่น ความขุ่น-ใส

1.1.2 สมบัติของสาร เช่น การนำไฟฟ้า

1.1.3 การเปลี่ยนแปลงของสารที่จะเกิดขึ้น เช่น อุณหภูมิของปฏิกิริยา ปริมาณของตะกอน และการนำไฟฟ้า

1.2 อธิบายการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันในการสังเกตลักษณะ สมบัติและการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นของสาร

1.3 สาริตการใช้ประสาทสัมผัสบางอย่างในการสังเกตลักษณะของสาร เช่น การดมกลิ่นหรือการสัมผัส

1.4 ให้นักเรียนสังเกตลักษณะ สมบัติและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของสาร ขณะปฏิบัติการทดลอง

1.5 อธิบายข้อแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสังเกตกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยเพิ่มความคิดเห็น

2. ทักษะการวัด

2.1 ถาถามนักเรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์และเหตุผลของการเลือกใช้อุปกรณ์ในการวัดหาปริมาณของสาร

2.2 ให้นักเรียนบอกวิธีการวัดหาปริมาณของสาร พร้อมกับบอกหน่วยของการวัด

2.3 อธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ เหตุผลของการเลือกใช้อุปกรณ์ วิธีการใช้อุปกรณ์และหน่วยของการวัด

2.4 ให้นักเรียนวัดหาปริมาณของสาร โดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กระบอกตวง หลอดนิตยา ช้อนตักสาร หรือเครื่องชั่ง

3. ทักษะการจำแนกประเภท

3.1 ถ้ามณฑลที่ใช้ในการแบ่งสารออกเป็นประเภทต่าง ๆ หรือเรียงลำดับโดยเกณฑ์ที่ใช้ อาจเป็นความเหมือน ความแตกต่างกันหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

3.2 ให้นักเรียนใช้เกณฑ์ที่กำหนดให้แบ่งสารออกเป็นประเภทต่าง ๆ หรือเรียงลำดับ

3.3 อธิบายเกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งสารออกเป็นประเภทต่าง ๆ หรือเรียงลำดับโดยเกณฑ์ที่ใช้ อาจเป็นความเหมือน ความแตกต่างกันหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา

4.1 ถ้ามณฑลของอุปกรณ์หรือลักษณะของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลอง

4.2 อธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อเวลาผ่านไป เช่น รูปร่าง สถานะ ลักษณะของเนื้อสาร

4.3 ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองเปรียบเทียบรูปร่างหรือสถานะของสารก่อนและหลังทำการทดลอง

5. ทักษะการคำนวณ

5.1 อธิบายเกี่ยวกับการนำตัวเลขจากการสังเกต การวัด การทดลองหรือแหล่งอื่น ๆ มาคำนวณ โดยบวก ลบ คูณ หารหรือหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ค่าที่ได้มีความหมายมากขึ้น

5.2 ให้นักเรียนปฏิบัติการสังเกต การวัดหรือการทดลองเพื่อให้ได้ตัวเลขแล้วนำมาคำนวณ โดยบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ค่าที่ได้มีความหมายมากขึ้น

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

6.1 อธิบายเกี่ยวกับการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองมาเรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายข้อมูล แล้วนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

6.2 ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง มาเรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูล แล้วนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

7.1 ถ้ามณฑลให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

7.2 อธิบายเกี่ยวกับการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์

8.1 อธิบายเกี่ยวกับการคาดการณ์ล่วงหน้าจากข้อมูลที่มีอยู่ และนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่โดยอาศัย หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาช่วยในการสรุปคำตอบ

8.2 ถามให้นักเรียนคาดการณ์ล่วงหน้าจากข้อมูลที่มีอยู่ โดยอาศัย หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาช่วยในการสรุปคำตอบ

8.3 ถามให้นักเรียนคาดการณ์ล่วงหน้า นอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ โดยอาศัย หลักการ กฎหรือทฤษฎีมาช่วยในการสรุปคำตอบ

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

9.1 ถามให้นักเรียนบอกความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยอาศัยการสังเกต ความรู้เดิมมาช่วย

9.2 อธิบายความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่าง

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

10.1 ครูให้นักเรียนบอกวิธีการวัดตัวแปรที่ศึกษา

10.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับวิธีการวัดตัวแปรที่ศึกษา

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

11.1 อธิบายเกี่ยวกับตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมและวิธีการควบคุมตัวแปร

11.2 ถามนักเรียนเกี่ยวกับตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมและวิธีการควบคุมตัวแปร จากการทดลองในหนังสือเรียน

12. ทักษะการทดลอง

12.1 อธิบายเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร

12.2 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปรด้วยตนเอง เช่น กำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.3 ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

12.4 ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัด การสังเกตหรืออื่น ๆ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

13.1 ให้นักเรียนบอกลักษณะของข้อมูลที่ปรากฏในตารางหรือกราฟ

13.2 ให้นักเรียนลงข้อสรุป จากข้อมูลที่น่าเสนอ

3.1 การสังเกตพฤติกรรมการสอน

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวเกี่ยวกับการสังเกตการสอนไว้ ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2523: 5) ได้กล่าวถึงการสังเกตการสอนไว้ว่า เป็นวิธีการที่จะทำให้ทราบที่เกิดพฤติกรรมใดบ้างในการเรียนการสอนได้อย่างดีที่สุด เพราะทำให้ทราบพฤติกรรมการสอนที่เกิดขึ้นจริง

เชดส์กดี โฆวาสินธุ์ (2523: 73) ได้กล่าวว่า การสังเกตเป็นการค้นหาข้อความจริง พฤติกรรมของบุคคลที่เกิดขึ้นในทันทีทันใด โดยอาจเลือกศึกษาจากพฤติกรรมที่บุคคลเหล่านั้นแสดงออกอยู่บ่อยจนเป็นปกติวิสัยหรืออาจแสดงออกเป็นกรณีพิเศษก็ได้ การสังเกตเป็นการแสวงหาข้อความจริงของปรากฏการณ์ที่อาศัยประสาทสัมผัสทั้งหลายของผู้สังเกตโดยตรง

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523: 123) ได้กล่าวเสริมว่า การสังเกตนั้นจะต้องฟังด้วยหู ดูด้วยตา เพราะฉะนั้นก่อนจะสังเกตจะต้องทำความเข้าใจให้แจ่มแจ้งก่อนว่า “จะดูอะไร” “จะเห็นหรือรับทราบได้อย่างไร” “จะสังเกตเมื่อไร” และสิ่งที่สังเกตได้หมายความว่าอย่างไร ซึ่งองค์ประกอบของการสังเกตที่ดี 5 ประการ คือ

1. จำกัดการสังเกตเป็นการเฉพาะเรื่องไป สิ่งที่อยู่นอกเป้าหมายจะต้องตัดออกไป
2. ต้องสังเกตอย่างมีความหมาย คือ แปลหรือตีความออกมาได้ว่าพฤติกรรมที่สังเกตเห็นนั้นมีความหมายอย่างไร
3. ต้องดูด้วยวิจารณญาณ จนสามารถเห็นรายละเอียดของประเด็นที่เราสังเกตได้
4. เมื่อสังเกตแล้วควรมีการบันทึกเป็นข้อความสั้น ๆ และบันทึกตามความเป็นจริง
5. ในการสังเกตนั้นควรมีแบบสอบถามและแบบสำรวจต่าง ๆ ควบคู่ไปด้วย

ไพศาล หวังพานิช (2523: 57-58) ได้ให้หลักการของการสังเกตการสอนว่า “การที่จะให้ได้ข้อมูลที่เที่ยงตรงเชื่อถือได้จากการสังเกตการสอน การสังเกตการสอนนั้นจะต้องมีจุดมุ่งหมายอย่างชัดเจนว่าต้องการสังเกตพฤติกรรมใด พร้อมทั้งแจกแจงพฤติกรรมนั้นให้ละเอียดครอบคลุมทุกแง่ทุกมุม โดยต้องกำหนดอย่างรอบคอบว่า ถ้าผู้ถูกสังเกตมีพฤติกรรมนั้นจะมีปฏิกิริยา

ท่าทางกระทำอย่างไร ผู้สังเกตจะต้องมีการรับรู้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้สังเกตพฤติกรรมที่เกิดขึ้นได้ทันที การให้ผู้สังเกตหลายคนหรือการสังเกตหลาย ๆ ครั้งจะทำให้ผลเชื่อถือได้สูง ถ้าไม่จำเป็นจริง ๆ แล้วไม่ควรให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัว เพราะจะทำให้ผู้ถูกสังเกตไม่ปฏิบัติพฤติกรรมตามที่เคยได้ปฏิบัติ”

ส่วนลักษณะการบันทึกการสังเกตที่ใช้กันทั่วไปมี 2 แบบ คือ บันทึกสิ่งสังเกตได้ทั้งหมดโดยไม่ได้กำหนดกรอบของแบบการบันทึกการสังเกตไว้ล่วงหน้า และบันทึกการสังเกตโดยใช้แบบบันทึกการสังเกตที่กำหนดกรอบไว้ล่วงหน้า ซึ่งแบบบันทึกการสังเกตมีหลายแบบดังนี้ (ภัทรา นิคมานนท์, 2538: 165-168)

1. แบบกำหนดพฤติกรรมที่ตอบการสังเกตไว้ในตาราง ซึ่งมีวิธีการบันทึก โดยผู้สังเกตจะบันทึกค่าระดับคะแนนของพฤติกรรมที่สังเกตได้ลงในแต่ละช่องที่แตกต่างกันตามจำนวนระดับที่กำหนด โดยทั่วไปนิยมกำหนดค่าของแต่ละพฤติกรรมไว้ 5 ระดับ ในการบันทึกข้อมูลการสังเกตนี้ ผู้บันทึกจะบันทึกเฉพาะพฤติกรรมที่ครูสังเกตได้เท่านั้นจะไม่มีกรออธิบายวิจารณ์หรือแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม

2. แบบบรรยาย มีการกำหนดรูปแบบตารางที่ประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นข้อมูลของผู้ที่ถูกสังเกตและช่องพฤติกรรมที่สังเกตได้ โดยให้เขียนรายละเอียดเฉพาะภายในกรอบที่กำหนดไว้เท่านั้น

3. แบบบันทึกการบรรยายสะสม มีการกำหนดรูปแบบตารางที่ประกอบไปด้วย ชื่อ ผู้ถูกสังเกต วันที่ทำการสังเกต เวลา สถานที่ และช่องของการสังเกตพฤติกรรมเป็นครั้งที่ทำการสังเกต พฤติกรรมที่สังเกตได้ ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4. แบบสำรวจรายการ เป็นการกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตเป็นรายการให้ เมื่อผู้สังเกตได้ตรวจสอบว่าผู้ถูกสังเกตได้แสดงพฤติกรรมนั้นหรือไม่เท่านั้น โดยไม่ได้กำหนดระดับของการปฏิบัติไว้

5. แบบสำรวจความถี่ มีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการที่ต้องการสังเกตว่าผู้ถูกสังเกตมีพฤติกรรมตามรายการที่สังเกตบ่อยเพียงไร ผู้สังเกตเพียงแต่ต้องการทราบความถี่ของพฤติกรรมที่ผู้ถูกสังเกตแสดงออกเท่านั้น

แบบบันทึกการสังเกตเหล่านี้สามารถเลือกใช้ได้ตามจุดมุ่งหมายของผู้ต้องการสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้ถูกสังเกต แต่ก็ควรยึดหลักของวิธีการใช้แบบบันทึกการสังเกตด้วย ดังนี้ (ภัทรา นิคมานนท์, 2538: 168)

1. การบันทึกการสังเกตควรบันทึกพฤติกรรมของแต่ละบุคคลแยกจากกัน
ไม่ควรสังเกตพร้อมกันหลาย ๆ คน เพราะจะทำให้เกิดความสับสนในการบันทึกข้อมูล นอกจาก
กรณีที่เป็นการสังเกตพฤติกรรมที่ไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก
2. การบันทึกที่ดีควรบันทึกข้อมูลที่เป็นทั้งบวกและลบ ตามที่สังเกตได้จริงโดย
ไม่ต้องเพิ่มเติมความคิดเห็น เว้นแต่ใช้แบบสังเกตที่มีการกำหนดให้แสดงความคิดเห็น
3. ควรบันทึกเฉพาะพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายเท่านั้น และควรสังเกต
พฤติกรรมซ้ำหลาย ๆ ครั้ง
4. ควรบันทึกพฤติกรรมที่สังเกตได้ทันทีที่สังเกตเห็น ไม่ควรเก็บไว้บันทึกภาย
หลัง เพราะอาจทำให้ลืมและทำให้ข้อมูลไม่สมบูรณ์
5. ผลการบันทึกข้อมูลการสังเกตมีจุดมุ่งหมาย เพื่อนำไปวิเคราะห์เชิงปริมาณ
แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อสรุปว่ามีพฤติกรรมใดเกิดขึ้นบ้าง มากน้อยเพียงไร

ในการสังเกตนี้ ผลการสังเกตจะมีความเที่ยงตรงเพียงไรขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ
3 ประการ (ภัทรา นิคมานนท์, 2538: 163-168; ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2539: 22)
สิ่งที่จะสังเกตจะต้องเป็นรูปธรรมซึ่งสังเกตได้ เช่น สังเกตจากผลงานสังเกตพฤติกรรมการทำงาน
ของผู้ถูกสังเกต แต่มีบางสิ่งบางอย่างที่สังเกตได้ยาก เช่น อารมณ์ ความรู้สึก ทักษะ ทักษะ ซึ่งผู้สังเกต
จะต้องใช้เทคนิคให้ผู้ถูกสังเกตแสดงสิ่งที่เราต้องการสังเกตออกมาในรูปของพฤติกรรม เช่น พูด
ทำ เขียน จึงจะสามารถวัดคุณลักษณะทางจิตใจได้ พฤติกรรมของบุคคลที่บ่งชี้ลักษณะด้านจิตใจก็
ยังไม่อาจวัดได้โดยตรง ต้องมีการกำหนด พฤติกรรมย่อยที่เป็นตัวแทนของคุณลักษณะนั้น ๆ ด้วย

1. ผู้สังเกตจะต้องมีลักษณะ ดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2539: 22)
 - 1.1 มีความตั้งใจ คือ ผู้สังเกตจะต้องสำรวจจิตใจที่จะสังเกตสิ่งนั้นจริง ๆ มี
เป้าหมาย มีความอดทน เพื่อให้ได้ข้อมูลต้องตามต้องการ
 - 1.2 มีประสาทสัมผัสดี หมายถึง ประสาทตา หู หรือ จมูก จะต้องดี สมบูรณ์
จึงจะสังเกตได้ของจริง
 - 1.3 มีการรับรู้ดี หมายความว่า ผู้สังเกตจะต้องมีการรับรู้ที่เกิดภาพอะไร
เห็นอะไรได้อย่างรวดเร็วแม่นยำและตรงไปตรงมาไม่บิดเบือนความจริง ความจริงก็รับรู้ต่อเนื่อง
จากประสาทสัมผัสส่วนมือกันทำงานเป็นวงจรที่รวดเร็ว ประสาทสัมผัสดีมองเห็นได้ละเอียดอ่อน
แล้ว การรับรู้ก็แปลต่อว่ามองเห็นอะไร

2. ผู้ถูกสังเกต การสังเกตที่ดีผู้ถูกสังเกตจะต้อง **ไม่รู้ตัว**ว่ากำลังถูกสังเกต เพราะหากผู้ถูกสังเกตรู้ตัวว่ากำลังถูกสังเกตแล้ว พฤติกรรมที่ถูกสังเกตจะ**ไม่เป็นไปตามธรรมชาติ** อาจเป็นพฤติกรรมที่**เสแสร้ง** เพื่อ**ไม่ให้เกิดความผิดพลาด**จึงควรมี**หลักการสังเกตเพิ่มเติม** ดังนี้

2.1 กำหนด**สิ่งที่จะสังเกต** หมายถึงว่า จะสังเกตอะไรก็ให้**จำกัดเฉพาะเป็น**เรื่อง ๆ ไป เรียกว่า**สังเกตเจาะจงเฉพาะ**สิ่งที่ต้องการเท่านั้น เช่น การกำหนดพฤติกรรมการสอนด้านต่าง ๆ ของครู **สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องก็ไม่สนใจ** การดูจึงควรมี**จุดมุ่งหมายว่าจะดูอะไรเป็นหลักการกำหนดกรอบไว้**เพื่อให้**ดูจึงเป็นสิ่งสำคัญ**

2.2 สังเกตด้วยความ**พินิจพิเคราะห์** เพื่อจะได้**สามารถมองเห็นรายละเอียด**ของกรอบที่ต้องการอย่าง**ลึกซึ้ง**ไม่ใช่สังเกตเพียงผิวเผิน หรือลักษณะภายนอกเท่านั้น

2.3 **ขจัดปัญหาหรือความลำเอียงส่วนตัวออกให้หมด** เพราะถ้ามี**สิ่งที่กล่าวนี้**จะทำให้**เกิดความขัดแย้งในการเก็บข้อมูล** **สิ่งที่ควรบันทึกจะไม่บันทึกจะได้ข้อมูลที่ลำเอียง**

2.4 เวลาสังเกตควรมี**เครื่องช่วยความจำ** เพื่อ**ไม่ให้ลืมสิ่งที่ได้สังเกตเห็น** ดังนั้น **เครื่องมือทั้งหลายที่ใช้ร่วมการสังเกตควรเตรียมให้พร้อมตามความเหมาะสม** เช่น แบบสอบถาม แบบตรวจสอบรายการ แบบประเมินพฤติกรรม เป็นต้น

สรุปหลักสำคัญในการสังเกตก็คือ **ต้องมีการตั้งจุดมุ่งหมายในการสังเกต** สังเกตหลายคนร่วมกันหรือสังเกตหลายครั้ง **ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตต้องตรวจสอบหลายครั้งจึงสรุป และควรใช้เครื่องมืออื่นร่วมด้วยก่อนมีการสรุปผล**

3.2 จุดมุ่งหมายของการสังเกตและการวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน

การสังเกตและการวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนที่จะทำให้**ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด** และทำให้**การสอนประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา**

แฟลนเดอร์ส (Flanders, 1971: 5-7) ได้กล่าวถึง**จุดมุ่งหมายของการสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมในห้องเรียน** สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อให้**ครูพัฒนาพฤติกรรมการสอนและสามารถควบคุมพฤติกรรมการสอน**ของตนเองได้

2. เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน
3. เพื่อให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในแนวทางที่กำหนด

อุทุมพร ทองอุไทย (2523: 15) กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนว่า “เพื่อให้ครูเห็นภาพสะท้อนว่าตนเองเป็นครูอย่างไร ทำหน้าที่ได้ครบถ้วนและเต็มความสามารถแล้วหรือยัง มีส่วนใดบ้างที่ยังบกพร่องและต้องแก้ไข” ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ ธีระชัย ปุณณโชติ (2515: 39-40) ที่กล่าวว่า “การสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนของครูก็เพื่อช่วยเหลือครูให้สามารถปรับปรุงการสอนของตนเอง” ฉะนั้น จุดมุ่งหมายของการสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน จะสรุปได้ว่าการสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพการสอนของครู เพราะวิธีการศึกษาพฤติกรรมการสอนทำให้ครูมองเห็นรูปแบบการสอนของตนเอง ตลอดจนสามารถประเมินผลตนเอง ซึ่งทำให้บรรลุผลตามความมุ่งหมายและสอดคล้องกับความคิดเห็นของ วิจิตร ศรีสะอาด (2514: 12) ที่กล่าวถึงการศึกษาพฤติกรรมการสอนในชั้นเรียนเป็นการประเมินประสิทธิภาพทางการสอนของครู เพื่อการปรับปรุงกระบวนการสอนของครูและกระบวนการเรียนของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้ทราบว่าพฤติกรรมสอนชนิดใดส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างดียิ่งและทำให้การดำเนินการของครูบรรลุตามความมุ่งหมายของการจัดการศึกษา

3.3 ประโยชน์ของการสังเกตพฤติกรรมการสอน

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสังเกตพฤติกรรมการสอนอย่างมีระบบไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

ธีระชัย ปุณณโชติ (2515: 56) ได้สรุปประโยชน์ของการสังเกตพฤติกรรมการสอนไว้ ดังนี้

1. สามารถนำไปใช้ในการนิเทศการศึกษาได้เพราะช่วยให้ผู้สอนได้ทราบพฤติกรรมของตนเองในห้องเรียน ได้ชัดเจนขึ้น ทำให้สามารถปรับปรุงตนเองได้ง่ายขึ้น
2. ถ้าหากแนะนำหรือฝึกครูหรือนิสิตฝึกสอนเกี่ยวกับวิธีการนี้แล้วจะช่วยให้ครู
3. สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยได้

แมคเนอร์กี (McNergney, 1981: 73) ได้สรุปประโยชน์ของการสังเกตพฤติกรรม การสอนไว้ดังนี้

1. ครูได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนของตนเอง ทำให้ได้ปรับปรุง การเรียนการสอน
2. ครูสามารถนำข้อมูลเกี่ยวกับการสอนของตนเองไปเปรียบเทียบกับคนอื่น เพื่อที่จะสามารถตัดสินใจได้ว่าจะต้องปรับปรุงพัฒนาตนเองจุดไหนอย่างไร
3. เป็นประโยชน์ในการที่จะจัดอันดับพฤติกรรมที่สำคัญ ๆ ในห้องเรียน

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการสอน

ระบบที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมการสอน

คาร์ทไรท์ และ คาร์ทไรท์ (Cartwigh and Cartwright, 1988 อ้างถึงใน ศิริพร ฉันทานนท์, 2532: 143-145) ได้สรุปถึงระบบที่ใช้ในการสังเกตและบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับ พฤติกรรมการสอนในห้องเรียนนั้น โดยทั่วไปมี 2 ระบบ ดังต่อไปนี้

1. ระบบเครื่องหมาย (Sign System) เครื่องมือสังเกตการเรียนการสอนที่ใช้ ระบบนี้ประกอบด้วยรายการพฤติกรรมต่าง ๆ ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้อาจเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นในช่วง ที่สังเกตก็ได้ ผู้สังเกตจะบันทึกข้อมูลโดยทำเครื่องหมายอย่างใดอย่างหนึ่งลงในแบบสังเกตว่ามี พฤติกรรมนั้น ๆ เกิดขึ้น การบันทึกข้อมูลด้วยระบบนี้จะไม่คำนึงถึงความถี่ของการเกิดพฤติกรรม กล่าวคือจะสนใจว่ามีพฤติกรรมอะไรเกิดขึ้นบ้างเท่านั้น แต่ไม่สนใจว่าเกิดขึ้นกี่ครั้งหรือเกิดขึ้นบ่อย เพียงใด ดังนั้นผู้สังเกตที่ใช้เครื่องมือระบบนี้จะมุ่งความสนใจไปที่พฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ มากเพราะไม่ต้องกังวลกับการบันทึกจำนวนความถี่ด้วยตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ระบบนี้ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมของคอร์เนล

2. ระบบแยกประเภท (Category System) เครื่องมือสังเกตการเรียนการสอนที่ ใช้ระบบนี้จะจำแนกพฤติกรรมที่จะศึกษาออกเป็นประเภท ๆ แต่ละประเภทจะใช้หมายเลขหรือตัว อักษรเป็นรหัสแทนประเภทของพฤติกรรมนั้น เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการบันทึกข้อมูลการ สังเกตและการบันทึกจะคำนึงถึงความถี่ของพฤติกรรมแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นด้วย เช่น บันทึก พฤติกรรมที่เกิดขึ้นทุก 3 วินาที ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ระบบนี้ ได้แก่ เครื่องมือวิเคราะห์พฤติกรรม ทางวาจาของแฟลนเดอร์ส

เครื่องมือสำหรับสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนในห้องเรียนนั้นมี นักจิตวิทยาและนักการศึกษาเป็นจำนวนมากได้สร้างและพัฒนาให้มีคุณภาพและความเที่ยงตรง ตามระเบียบวิธีการที่แตกต่างกันออกไปดังต่อไปนี้

แฟลนเดอร์ส (Flanders, 1970: 34) ได้สร้างเครื่องมือสำหรับบันทึกพฤติกรรมของ ครูและนักเรียน เครื่องมือนี้มุ่งวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ทางวาจาระหว่างครูกับนักเรียนเป็นสำคัญ โดย ถือว่าเป็นการประเมินประสิทธิภาพทางการสอน จะกระทำได้โดยอาศัยวิธีการสังเกตและวิเคราะห์ พฤติกรรมทางวาจาที่เกิดขึ้น ในขณะที่การเรียนการสอนยังดำเนินอยู่ระบบสังเกตนี้ เรียกว่า Flander's Interaction Analysis Categories หรือเขียนย่อ ๆ ว่า FIAC โดยแบ่งพฤติกรรมของครู และนักเรียนออกเป็น 10 พฤติกรรม มีพฤติกรรมของครู 2 ประเภทใหญ่ ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 พฤติกรรมย่อยและพฤติกรรมของนักเรียนมี 2 ประเภทและพฤติกรรมที่เป็นความเงียบหรือ วุ่นวายสับสน ดังต่อไปนี้

1. พฤติกรรมของครู

1.1 พฤติกรรมทางอ้อม ได้แก่ ,

- ก. ครูยอมรับความรู้สึกของนักเรียน
- ข. ครูแนะนำหรือสนับสนุนให้กำลังใจ
- ค. ครูยอมรับหรือนำความคิดเห็นของนักเรียนมาใช้
- ง. ครูถามเพื่อให้ นักเรียนตอบ

1.2 พฤติกรรมทางตรง หมายถึง การที่ครูแสดงโดยมีจุดประสงค์ให้นักเรียน เปลี่ยนพฤติกรรมในแนวทางที่ครูประสงค์ ได้แก่

- ก. ครูบรรยาย
- ข. ครูแนะนำหรือให้แนวทางแก่นักเรียน
- ค. ครูวิจารณ์หรือตำหนินักเรียน หรือแสดงวาทะที่แสดงว่าครูเป็นใหญ่

ในการเรียนการสอน

2. พฤติกรรมของนักเรียน

ก. นักเรียนพูดเพื่อตอบคำถามของครู

ข. นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นพูด

3. พฤติกรรมที่เป็นการเจียบหรือสับสนวุ่นวาย

การสังเกตและการบันทึกข้อมูลใช้วิธีการบันทึกเป็นรหัสตัวเลข ใช้ตัวเลขตั้งแต่ 1-10 แทนพฤติกรรมต่าง ๆ ทั้ง 10 รายการที่เกิดขึ้นและใช้เวลาเป็นตัวกำหนดคือบันทึกทุก ๆ 3 วินาที ในกรณีที่ช่วง 3 วินาที ที่มีพฤติกรรมหลายประเภทเกิดขึ้นก็ให้บันทึกหมายเลขรหัสของพฤติกรรมที่เกิดขึ้น แต่ถ้ามีพฤติกรรมใดเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องก็ให้บันทึกซ้ำอีก 3 วินาที ตัวอย่าง เช่น ใน 3 วินาทีแรกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นคือครูถามคำถามนักเรียนตอบ และครูชมเชยนักเรียนจะบันทึกด้วยหมายเลข 4-8-2 ถ้าในช่วง 3 วินาทีถัดไปครูบรรยายก็ให้บันทึกหมายเลข 5 และในช่วง 3 วินาทีถัดไปครูยังบรรยายก็บันทึกหมายเลข 5 อีกครั้งหนึ่ง เป็นต้น

แมทธิวส์ (Matthews cited in Shymansky, 1979: 254) ได้เสนอแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างมีระบบ ซึ่งมีลักษณะเป็นระบบจำแนกประเภทของพฤติกรรมเครื่องมือของ แมทธิวส์ นี้เหมาะสำหรับใช้บันทึกพฤติกรรมในห้องเรียนที่มีแกน (Activity centered) เช่น วิชาวิทยาศาสตร์

แบบวิเคราะห์พฤติกรรมของ แมทธิวส์ ใช้ได้ทั้งพฤติกรรมทางวาจากับพฤติกรรมที่ไม่ได้แสดงออกทางวาจา

แบบบันทึกพฤติกรรมของ แมทธิวส์ มีชื่อว่า ระบบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (The Science Curriculum System) จำแนกพฤติกรรมต่าง ๆ ออกเป็น 2 ประเภท โดยมีพฤติกรรมของนักเรียนและพฤติกรรมของครู

แบบบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน

| เกี่ยวกับบทเรียน (L) | | ไม่เกี่ยวกับบทเรียน (N) |
|----------------------|--|-------------------------|
| L ₀ | พฤติกรรมทั่ว ๆ ไป | N ₀ |
| L ₁ | นักเรียนสังเกตครูหรือนักเรียนทำการสาธิต | N ₁ |
| L ₂ | ปฏิบัติตามแนวทางหรือคำแนะนำของครู ในการทำกิจกรรมนั้น ๆ | N ₂ |
| L ₃ | ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามความคิดของนักเรียนเอง ปฏิบัติตามคำแนะนำของครู | N ₃ |
| L ₄ | ตอบคำถามของครูโดยการอธิบายหรือการแสดง | N ₄ |
| L ₅ | นักเรียนเป็นผู้แสดงความคิดริเริ่มกับครู | N ₅ |
| L ₆ | นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มกิจกรรมต่าง ๆ กับนักเรียน | N ₆ |
| L ₇ | นักเรียนเป็นผู้ได้รับแนวความคิดจากเพื่อนนักเรียน (ไม่รวมถึงการได้รับแนวความคิดจากการสาธิต ของเพื่อนนักเรียน) | N ₇ |
| L ₈ | จดบันทึกจากเพื่อนนักเรียนอื่น ๆ | N ₈ |
| L ₉ | เสนอแนะแนวทางความคิดต่อเพื่อนนักเรียน (มิได้ถูกบังคับหรือขอร้องจากครู) | N ₉ |

แบบบันทึกพฤติกรรมสำหรับครู

| Category | |
|----------|--|
| 1 | มิได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน |
| 2 | สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่มิได้ตอบสนองพฤติกรรมของนักเรียน |
| 3 | ยอมรับพฤติกรรมของนักเรียนแต่มิได้ประเมินพฤติกรรมนั้น |
| 4 | ยกย่องพฤติกรรมของนักเรียนและการแสดงความคิดของนักเรียน |
| 5 | วิจารณ์หรือไม่ยอมรับพฤติกรรมของนักเรียน |
| 6 | ตำหนิว่ากล่าวพฤติกรรมที่ไม่พึงปรารถนาของนักเรียน |
| 7 | ถามปัญหานักเรียน |
| 8 | บรรยายข้อมูลต่าง ๆ หรือข้อมูลต่าง แก่นักเรียนแต่มิได้ร่วมกับการแนะนำ |
| 9 | แนะนำแนวทางปฏิบัติตามกิจกรรมนั้น ๆ |
| 10 | พฤติกรรมอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน |

ดิเรก อุทะนุต (2523: 14) ได้ปรับปรุงและดัดแปลงวิธีการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จากแบบวิเคราะห์ของซีแมนสกีและเพ็นนินน์ ใช้ในการศึกษากริยา ร่วมในห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวิเคราะห์การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ ดิลก อุทะนุต สร้างขึ้นใหม่นี้ประกอบไปด้วยพฤติกรรมที่แสดงออกทางวาจาและไม่ได้แสดงออกทางวาจาทั้งของ ครูและของนักเรียน โดยแต่ละกลุ่มพฤติกรรมจะกำกับไว้ด้วยเลขรหัส 1 ถึง 20 เป็นพฤติกรรมของ ครู 13 ประเภท พฤติกรรมของนักเรียน 6 ประเภท พฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวกับบทเรียน ซึ่งไม่อาจ จำแนกประเภทของพฤติกรรมได้รวมทั้งความเจียมและความสับสนวุ่นวายมีรายละเอียดดังนี้

พฤติกรรมการสอน

- | | |
|----------------------|--|
| 1. การถามในแนวตอบ | หมายถึง คำถามที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้ทันทีอาจมีคำว่าที่ไหน อะไร เมื่อไร |
| 2. การถามในแนวกว้าง | หมายถึง คำถามปลายเปิดนักเรียนสามารถตอบด้วยความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระ ได้แก่ การถามเกี่ยวกับการพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน เป็นต้น |
| 3. การให้แนวทาง | หมายถึง การที่ครูเป็นผู้ออกคำสั่งหรือให้ถ้อยคำแนะนำแนวทางโดยมีความมุ่งหมายให้นักเรียนปฏิบัติตาม รวมถึงการที่ครูเรียกชื่อนักเรียนด้วย |
| 4. การยอมรับพฤติกรรม | หมายถึง การ โต้ตอบที่แสดงถึงหรือสนับสนุนพฤติกรรมของนักเรียน ความรู้สึกของนักเรียน ยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน |
| 5. การบรรยาย | หมายถึง การบรรยายข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาหรือวิธีการต่าง ๆ การแสดงความคิดเห็นของครู |
| 6. การอ่าน | หมายถึง พฤติกรรมของครู โดยครูเป็นผู้อ่าน โดยตรงจากตำรา หรือจากข้อมูลต่าง ๆ |
| 7. การชมเชย | หมายถึง พฤติกรรมของครูที่เป็นการส่งเสริมกำลังใจนักเรียน เช่น กล่าวคำว่า เก่งมาก เก่ง เป็นต้น |
| 8. การตำหนิ | หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าครูเป็นใหญ่ในการเรียนการสอน การดูว่านักเรียน การวิจารณ์คำพูด หรือการกระทำของนักเรียน |

9. การเตรียมอุปกรณ์ในการสอน หมายถึง พฤติกรรมที่ครูจัดและเตรียมการทดลอง อุปกรณ์ การทดลองหรือการสอน
10. การสาธิตการทดลอง หมายถึง การแสดงของครูเพื่อให้นักเรียนทราบว่าทำอะไร อย่างไร จะมีอะไรเกิดขึ้นและการทำการทดลอง ของครูเพื่อแสดงแก่นักเรียน
11. การใช้อุปกรณ์ หมายถึง การใช้อุปกรณ์อื่นนอกเหนือจากชอล์ค กระดานดำ ประกอบการสอนและอุปกรณ์ในการทดลองอื่น ๆ เช่น รูปภาพ แผนภูมิ
12. การสังเกตการทดลอง หมายถึง การที่ครูเข้าไปสังเกตการทดลองของนักเรียน รวมถึงการที่ครูเข้าไปช่วยจัดอุปกรณ์ในการ ทดลองให้กับนักเรียน
13. การเขียน หมายถึง การที่ครูอธิบายโดยใช้กระดานดำ

พฤติกรรมนักเรียน

14. นักเรียนตอบคำถาม หมายถึง การพูดของนักเรียนเพื่อตอบคำถามของครู
15. นักเรียนแสดงความคิดริเริ่ม หมายถึง การที่นักเรียนแสดงความคิดริเริ่ม โดยเสนอ ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนหรือกิจกรรมที่ ตนสนใจรวมถึงการใช้คำถามต่าง ๆ
16. นักเรียนอ่าน หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนโดยการอ่านจากตำรา ที่เกี่ยวกับบทเรียนหรืออ่านข้อมูลจากการทดลอง
17. นักเรียนสาธิตการทดลอง หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่ออกมาสาธิต การใช้ เครื่องมือเกี่ยวกับการทดลองต่าง ๆ
18. นักเรียนทดลอง หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนขณะทำการทดลอง สังเกตการทดลอง
19. นักเรียนจดบันทึกข้อมูล หมายถึง การที่นักเรียนเป็นผู้บันทึกข้อมูลจากครูเสนอให้ จากการทดลองรวมถึงการคำนวณของนักเรียน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1.1 งานวิจัยในประเทศ

จิต นวนแก้ว (2532: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการใช้ชุดกิจกรรมการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชนอมพิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่มีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน

ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดกิจกรรมที่นำไปทดลองใช้ นักเรียนสามารถปฏิบัติและบรรลุวัตถุประสงค์ของทุกกิจกรรมได้ตามเกณฑ์การประเมินผลรายวิชา และผ่านการประเมินผลสรุปรวมทุกกิจกรรมตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. เนื้อหาสาระกิจกรรมการเรียนและอุปกรณ์ที่จัดไว้ในชุดกิจกรรม นักเรียนมีความเห็นว่าเหมาะสมสำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์

สุชิน เล้าอรุณ (2532: 51-52) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ และศึกษาความนิยมชมชอบของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคต้น ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 92 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ แบ่งกลุ่มโดยการสุ่มออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวนกลุ่มละ 46 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่เข้าค่ายกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่ม

ควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความนิยมชมชอบต่อการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ในระดับชอบมาก ร้อยละ 100

เฉลิมขวัญ ภูมิ (2535: ง) ได้ศึกษาพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดขอนแก่น ตัวอย่างประชากรครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 32 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นจากโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดขอนแก่น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการเข้าไปสังเกตพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูในห้องเรียนด้วยตนเอง พร้อมบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ แล้วนำเสนอในรูปแบบของตารางประกอบคำอธิบาย

ผลการวิจัยพบว่า

1. พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปปฏิบัติ ได้แก่
 - 1.1 การให้นักเรียนทำการทดลองหรือทำกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ทักษะการสังเกต การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การวัด การสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
 - 1.2 การให้ความรู้ด้วยการอธิบาย การนำเสนอหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับทักษะต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ทักษะการสังเกต การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การวัด การสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์
 - 1.3 การสาธิตการใช้ทักษะบางทักษะให้นักเรียนดู ซึ่งได้แก่ เทคนิคในการวัดด้วยเครื่องมือบางชนิด
 - 1.4 การชี้แนะเทคนิคในการใช้ทักษะบางอย่าง ได้แก่ เทคนิคในการวัดด้วยเครื่องมือบางชนิด
 - 1.5 การนำตัวอย่างการใช้ทักษะบางทักษะมาให้นักเรียนศึกษา เช่น การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

1.6 การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดหรือแสดงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ทักษะการสังเกต การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การกำหนดและควบคุมตัวแปรและการตั้งสมมติฐาน

1.7 การอภิปรายร่วมกับนักเรียนในการสอนบางทักษะ ซึ่งได้แก่ ทักษะการสังเกต การวัด

1.8 การให้นักเรียนบอกวิธีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในบางทักษะ คือ ทักษะการวัด

1.9 การให้นักเรียนลงข้อสรุปจากข้อมูลในการทดลอง และครูประเมินหรือตรวจสอบข้อสรุปของนักเรียน

2. พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ตัวอย่างประชากรน้อยกว่าร้อยละ 50 ปฏิบัติ ได้แก่ พฤติกรรมการสอนทักษะการจำแนกประเภท การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา และการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ

4.1.1 งานวิจัยในประเทศ

เอล - เกสบี (E1-Gosbi, 1982: 1714-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นผสมกับการพัฒนาทางสติปัญญา และตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ คะแนนเฉลี่ยและความถนัดทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาวิชาครูและวิชาวิทยาศาสตร์เป็นหลัก ในรัฐกรีนสโมส จำนวน 85 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมและแบบสอบการคิดเชิงตรรกะ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความแปรปรวน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน การวิเคราะห์การถดถอยธรรมดาและการถดถอยพหุคูณหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักศึกษามีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยและความถนัดทางการเรียนวิทยาศาสตร์

อิลยาส (Ilyas, 1982: 1409-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติและเจตคติต่อการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา ตัวอย่างประชากรเป็นครูโรงเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 24 คน จากอิสราเอล ประเทศปากีสถาน ซึ่งเข้ารับการอบรมภาคฤดูร้อนในปี 1979 โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 12 คน ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จากการศึกษาด้วยตนเอง กลุ่มควบคุม 12 คน โดยการสอนแบบเดิม การวัดผลการสอนวัดจากการทำแบบทดสอบก่อนสอน ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบของ ซาปา (Science Process Skill Achievement Test: SAPA Form A) ข้อสอบของ โรเกอช (Rokeach Dogmatism) และข้อสอบวัดเจตคติของครูในรัฐมินิโซตา การทดลองหลังการสอน ประกอบด้วยข้อสอบของซาปา (SAPA Form B) แบบสอบถาม บันทึกการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลการศึกษาพบว่า ครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีสมรรถภาพมากขึ้นกว่าครูที่ไม่ได้รับการฝึก ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

ซุง (Hsiung, 1988: 2606-A) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เกรด 10 ในไต้หวัน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 10 จำนวน 635 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีคะแนนจุดตัดในการสอบเข้ามหาวิทยาลัยปี 1986 ในระดับสูง 206 คน ปานกลาง 231 คน และต่ำ 198 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม 2 (The Test of Integrated Process Skill II: TIPS II) และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงตรรกะ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการคิดเชิงตรรกะ ($r = 0.37$) ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างเพศหญิงและชายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

รูบิน (Rubin, 1989: 8409-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ยุทธวิธีการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมกับความสามารถในการให้เหตุผลแบบนามธรรม ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 328 คน ในรัฐเวย์นีย์ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยครูที่ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับยุทธวิธีการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นผสม กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนโดยครูที่ได้รับการอบรมวิธีสอนแบบควบคุมมีการเรียนอย่างครบวงจร กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนแบบดั้งเดิม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีเชฟเฟ (Scheffe's multiple comparison) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนที่แตกต่างกันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นผสมต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งภายในและต่างประเทศจะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคว เนสัมพันธ์กับพัฒนาการทางสติปัญญา ความคิดเชิงตรรกะ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นอกจากนี้จะเห็นว่า การที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบ เช่น การเข้าค่ายกิจกรรมวิทยาศาสตร์ การใช้ชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการสอน

4.2.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ชลอ วงศ์แสวง (2522: 59-60) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์พฤติกรรมทางวาจาในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างประชากรประกอบด้วยครู 30 คน และนักเรียน 30 ห้องเรียน ในโรงเรียนมัธยมศึกษา 4 โรง แยกเป็นโรงเรียนที่มีนักเรียนชายและโรงเรียนที่มีนักเรียนหญิงล้วนอย่างละ 2 โรงเรียน โดยใช้แบบวิเคราะห์พฤติกรรมทางวาจาของ โอเบอร์ (Ober Interaction Analysis Techniques) และเพิ่มเติมพฤติกรรมทางวาจาอีก 5 ประเภท วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละของพฤติกรรมทางวาจาแต่ละประเภทที่ปรากฏในการเรียนการสอน เปรียบเทียบอัตราส่วนพฤติกรรมระหว่างครูและนักเรียนตลอดจนพฤติกรรมทางวาจาในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านระดับชั้นและเพศของนักเรียนโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. พฤติกรรมทางวาจาที่ปรากฏเป็นพฤติกรรมของครูร้อยละ 78.34 พฤติกรรมของนักเรียนร้อยละ 17.80 พฤติกรรมความเจ็บและความสับสนวุ่นวาย ร้อยละ 3.85
2. พฤติกรรมทางวาจาที่ปรากฏในการเรียนการสอน ได้แก่ การอธิบาย ครูใช้ร้อยละ 54.90 นักเรียนใช้ร้อยละ 14.60 คำถามนำไปสู่การอธิบายครูใช้ร้อยละ 9.15 นักเรียนใช้ร้อยละ 1.34 คำถามนำไปสู่การขยายความครูใช้ร้อยละ 5.54 นักเรียนใช้ร้อยละ 0.51 คำถามนำไปสู่การสังเกตครูใช้ร้อยละ 4.22 นักเรียนใช้ร้อยละ 0.04 พฤติกรรมที่ไม่ปรากฏคือคำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร
3. พฤติกรรมทางวาจาในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นเรียนและในด้านเพศ ของนักเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

คิลิก อุทะนุต (2524: 72-75) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงออกทางวาจาและพฤติกรรมที่ไม่ได้แสดงออกทางวาจา รวมทั้งเปรียบเทียบกิริยาร่วมในห้องเรียน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน ตัวอย่างประชากรเป็นครูที่สอนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2522 จำนวน 20 คน และนักเรียนชั้นดังกล่าวจำนวน 761 คน จาก 20 ห้องเรียน รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวิเคราะห์พฤติกรรมทางวาจาที่ปรับปรุงและดัดแปลงมาจากแบบวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ทางวาจาของ แพลนเดอร์ส วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าเอฟ (F-test) ผลการวิจัยพบว่า อัตราส่วนระหว่างพฤติกรรมของนักเรียนกับพฤติกรรมของครู การใช้คำถามในแนวกว้างกับการใช้คำถามทั้งหมดของครู นักเรียนทำการทดลองกับการบรรยายของครู นักเรียนแสดงความคิดเห็นริเริ่มกับการให้แนวทางของครูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วารกรณ์ ศิลปพงษ์ (2530: 45-46) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เขตการศึกษา 11 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 577 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบมาตรฐานของสำนักทดสอบ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ผลการวิจัยพบ

ว่าพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2530: ง) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลวิธีสอนคุณภาพของกลวิธีสอน เวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2529 ผลการวิจัยพบว่า เมื่อใช้นักเรียนเป็นหน่วยวิเคราะห์พบว่า กลวิธีสอนโดยเฉลี่ย คุณภาพของกลวิธีสอนโดยเฉลี่ย เวลาที่ใช้ในการเรียนโดยเฉลี่ยและความคงที่ของเวลาที่ใช้ในการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยวิเคราะห์พบว่า กลวิธีสอนโดยเฉลี่ย คุณภาพของกลวิธีสอนโดยเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ธาริณี เกียรติวัฒนะ (2531: 69-74) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมผลสำเร็จในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามการรับรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง จำนวน 263 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิจากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการสอนของครูที่ตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่รับรู้ว่ามีส่วนส่งเสริมการเรียนในระดับมากที่สุดคือ การให้เนื้อหาที่ชัดเจน การยกตัวอย่าง การเฉลยข้อสอบเพื่อให้นักเรียนได้รับรู้ข้อบกพร่องของตนเองทุกครั้ง การให้การบ้านหรือแบบทดสอบเสมอ ครูที่มีความรู้สึกที่ดีต่อนักเรียนเสมอ ครูเข้าใจความรู้สึกและปัญหาของนักเรียน การสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน ครูที่มีอารมณ์มั่นคง แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล ใจกว้างและโอบอ้อมอารี

ณัฐจิรี เลชะวัฒนพงษ์ (2533: ง) ได้ศึกษาการจัดสภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ได้รับรางวัลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดีเด่น ตัวอย่างประชากรเป็นหัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 คน

ครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 203 คน และครูที่ปรึกษากิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ จำนวน 59 คน ผลการวิจัยพบว่า ในด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูมีการทำแผนการสอน การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตามกลุ่มโรงเรียน ให้นักเรียนใช้หนังสือเรียนของ สสวท. ดำเนินการสอนตามแนวทางที่กำหนดไว้ในคู่มือของ สสวท. ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเกือบทุกการทดลอง ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย ใช้โสตทัศนูปกรณ์และนวัตกรรมต่าง ๆ ช่วยในการเรียนการสอน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ฝึกให้แก่ผู้เรียนในระดับมาก ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ศุภชัย ทวี (2533: 84) ได้ศึกษาการจัดสภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 7 ตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 168 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาแจกแจงความถี่และคำนวณค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า สภาพการเรียนการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษาในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 7 มีลักษณะเฉพาะที่สำคัญ คือ มีการจัดการเรียนการสอนทั้งแบบให้นักเรียนในโรงเรียนเต็มเวลาและแบบให้นักเรียนในโรงเรียน 3 วัน เรียนด้วยตนเอง 2 วันต่อสัปดาห์ โดยที่ครูวิทยาศาสตร์ใช้วิธีสอนหลายวิธี มีการบรรยาย การอภิปราย การสาธิต ส่วนการให้การศึกษาด้วยตนเองนั้นให้ทำแบบฝึกหัด ศึกษาค้นคว้าและทำการทดลองบางเรื่อง การสอนเน้นการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนซ่อมเสริมครูสอนด้วยตนเอง ส่วนการประเมินผลครูส่วนใหญ่วัดผลด้วยข้อสอบตรวจผลงานและสังเกตการปฏิบัติ

อรรถสิทธิ์ นาวะลี (2538: ๖) ได้ศึกษาพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดยโสธร ในด้านการนำเข้าสู่บทเรียน การใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้สื่อการสอนและการวัดผลประเมินผล จากการวิจัยพบว่า

1. พฤติกรรมการนำเข้าสู่บทเรียนพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาและซักถามปัญหาเกี่ยวกับบทเรียน

2. พฤติกรรมการใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอนพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากสอนโดยการบรรยาย โดยมีเทคนิคการสอนประกอบการบรรยายที่พบมาก คือ การเขียนหัวข้อสำคัญของเนื้อหา การซักถามนักเรียน การให้นักเรียนจดบันทึกเนื้อหา และการสรุปเนื้อหา

3. พฤติกรรมการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากไม่ได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

4. พฤติกรรมการใช้สื่อการสอน ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากใช้แบบเรียน คู่มือครู หนังสือเรียนหรือเอกสารอื่น และกระดานกับชอล์คประกอบการสอนและใช้สื่อเพื่อถ่ายทอดความคิดรวบยอด หลักการ หรือทฤษฎีของเนื้อหา โดยนักเรียนและครูเป็นผู้ใช้สื่อ จำนวนสื่อเพียงพอกับนักเรียน

5. พฤติกรรมการวัดประเมินผลพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากวัดประเมินผลในด้านความรู้ ความจำ โดยการซักถาม และการให้ทำแบบฝึกหัด

4.1.2 งานวิจัยต่างประเทศ

วูลฟสัน (Wolfson, 1973: 285-290) ได้ทำการทดลองโดยใช้แบบวิเคราะห์กิริยาร่วมทางวาจาของแฟลนเดอร์สสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนของครูและนักเรียนในโรงเรียนรัฐบาลแห่งหนึ่งในนิวยอร์ก กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 11 ที่เรียนวิชาเคมี จำนวน 160 คน เมื่อสิ้นปีการศึกษาได้ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ครูสอนโดยใช้อิทธิพลทางตรงสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ส่วนนักเรียนที่ครูสอนโดยใช้อิทธิพลทางอ้อมสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง หลังจากนั้น 4 เดือน ทำการทดสอบใหม่ด้วยข้อสอบ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ครูสอนโดยใช้อิทธิพลทางอ้อมสูงสามารถจำเนื้อหาวิชาที่เรียนไปแล้วได้ดีกว่านักเรียนที่ครูสอนโดยใช้อิทธิพลทางตรงสูง

เอ็นเซอร์ (Enzor, 1991: 4079-4080) ได้ศึกษากลวิธีการถามและความคิดเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์และไม่มีความชำนาญในการสอน

ผลการวิจัยพบว่า

1. ครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ได้นำเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้มาบูรณาการจัดลำดับคำถามได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าครูที่ไม่มีประสบการณ์
2. ครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์จะใช้ลำดับคำถามในระดับสูงเมื่อเปรียบเทียบกับครูที่ไม่มีประสบการณ์
3. ความสัมพันธ์เชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูวิทยาศาสตร์ไม่มีประสบการณ์จะเน้นไปที่จุดประสงค์ของการเรียนการสอน ขาดวัสดุในการสอนและมีข้อจำกัดในด้านเวลามากกว่าครูที่มีประสบการณ์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นได้ว่า พฤติกรรมการสอนของครูทั้งที่เป็นพฤติกรรมทางวาจา และไม่ใช่วาจา พฤติกรรมทางวาจา วิธีดำเนินการวิจัยมีทั้งแบบสังเกตพฤติกรรมการสอน แบบสอบถาม แบบทดสอบพฤติกรรม ที่ทำการศึกษาค้นคว้ามีหลายลักษณะ เช่น การสังเกตภาพรวมของพฤติกรรมการสอนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น พฤติกรรมทางวาจาของครูวิทยาศาสตร์กับความคิดเชิงตรรกะ วิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า พฤติกรรมการสอนของครูมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ความคิดเชิงตรรกะ