

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหาและปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญและมีประโยชน์อย่างยิ่ง เราได้ใช้วิทยาศาสตร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิตให้อยู่ดีกินดีและสะดวกสบาย ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินไปอย่างรวดเร็ว จนทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง วิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงความรู้เพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ที่มีระบบ นำไปสู่ขอบข่ายอันกว้างขวางของการเรียนรู้ของมนุษย์ ความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของประชาชน จึงเป็นส่วนประกอบสำคัญในการพัฒนาชีวิตและประเทศชาติ (ผดุงยศ ดวงมาลา, 2530 : 19) จากความสำคัญดังกล่าววิทยาศาสตร์จึงได้รับการบรรจุไว้ในหลักสูตรตั้งแต่ระดับประถมศึกษา และได้รับการพัฒนาหลักสูตรให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพสังคมตลอดมา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2527 : 1) วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาใ้บูรณาการอยู่ในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต โดยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ เพื่อให้เข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อชีวิตประจำวัน ให้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (วิชาการ, 2525 : ๘)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญและจำเป็นสำหรับทุก ๆ คนที่จะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณค่าต่อตนเองและสังคม ตลอดจนเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2530 : คำชี้แจง) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบรวมของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิชาอื่นได้อย่างกว้างขวาง (อนันต์จันทร์ทวี, 2523 : 4-5) เป็นวิธีการที่จะให้บุคคลเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ได้เสมอ (พจน์ สะเพียรชัย, 2517 : 49) นอกจากนี้ ดวงจิต สุขสุเมฆ (2528 : 24)

ได้สรุปจากผลการวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า นักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า แสดงให้เห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือสำคัญในการ เสาะแสวงหาความรู้^๑นั้นเอง

การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน โดยเฉพาะตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ข้อที่ 4 ที่ว่าให้ ผู้เรียนมีความสามารถวิเคราะห์สาเหตุและเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับตนเองและครอบครัวได้อย่างมีเหตุผลด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2532 : 1) และจุดประสงค์ของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (กรมวิชาการ, 2532 : 25) จึงควรฝึกให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งทักษะทางสติปัญญาและทักษะการปฏิบัติ เพื่อเป็นสมรรถภาพพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดทั้งวิชาอื่น ๆ (จำนง พรายแย้มแซ, 2529 : 39)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาในปัจจุบัน ได้ยึดแนวการจัดกิจกรรมตามแผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของกรมวิชาการ แต่ยังมีปัญหาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากผลการประเมินคุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2530-2532 ระดับประเทศพบว่า สมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเทียบ 10 ตามปีการศึกษาดังนี้ 4.75 (ปีการศึกษา 2530) 5.77 (ปีการศึกษา 2531) และ 4.34 (ปีการศึกษา 2532) ส่วนนักเรียนที่มีผลน่าพอใจร้อยละ 57 (ปีการศึกษา 2530) ร้อยละ 74 (ปีการศึกษา 2531) และร้อยละ 31 (ปีการศึกษา 2532) (คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2533 : 9-13) และจากการประเมินคุณภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2530-2532 ของจังหวัดปัตตานี พบว่า สมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเทียบ 10 ความปีการศึกษาครั้งนี้ 4.45 (ปีการศึกษา 2530) 4.97 (ปีการศึกษา 2531) และ 4.77 (ปีการศึกษา 2532) ส่วนนักเรียนที่มีผลน่าพอใจ ร้อยละ 31.85 (ปีการศึกษา 2530) 60.24 (ปีการศึกษา 2531) และ 53.23 (ปีการศึกษา 2532) (สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปัตตานี, 2533 : 18) จากผลการประเมินดังกล่าวจะเห็นว่า สมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเทียบ 10 ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ทั้งระดับประเทศและระดับจังหวัด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปีการศึกษา 2531 กับปีการศึกษา 2532 จะเห็นว่า ความก้าวหน้าลดลง 1.43 สำหรับระดับประเทศ ส่วนระดับจังหวัดความก้าวหน้าลดลง 0.20 ร้อยละของนักเรียนที่มีผลน่าพอใจปีการศึกษา 2532 เมื่อเทียบกับปีการศึกษา 2531 จะเห็นว่าความก้าวหน้าลดลง 43 สำหรับระดับประเทศ ส่วนระดับจังหวัดความก้าวหน้าลดลง 7.01 ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ควรมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาให้สูงขึ้น เพื่อเป็นพื้นฐานของการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตลอดทั้งในวิชาอื่น ๆ ต่อไป

การสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรมฝึกฝน ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตัวเองให้มากที่สุด (ประวัตร์ ชูศิลป์, 2524 : 2-5) มาร์ค และคนอื่น ๆ (Mark and Others, 1975 : 57) กล่าวว่า การให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาที่เป็นทักษะจำเป็นจะต้องให้นักเรียนได้รับการฝึกฝน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ นางเยาว์ สิกขมาน (2528 : 2) ที่ว่าการให้นักเรียนได้ฝึกฝนอย่างเหมาะสมถูกต้องตามวิธีการเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง นับได้ว่าเป็นหัวใจของการฝึกทักษะที่เดียว เกี่ยวกับการเรียนรู้ด้านทักษะนั้น สตรีชัย อธิธากร (2524 : 130) ได้กล่าวถึงเงื่อนไขที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ทักษะไว้ 3 ประการดังนี้

1. การให้มีการกระทำที่ต่อเนื่องกันระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง (Contiguity)
2. การให้มีการฝึกหัด (Practice) และช่วงเวลาในการฝึก
3. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เช่น การเสริมแรง การให้รู้ผลงาน

จากเงื่อนไขดังกล่าวจะเห็นว่า การเรียนรู้ทักษะนั้นองค์ประกอบที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ได้นั้นจะต้องมีการฝึกหัด และการให้ทราบข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ

อัจฉรา ชีวพันธ์ (2530 : 2) ที่ว่าองค์ประกอบสำคัญในการเรียนการสอนทักษะนั้น ครูจะต้อง

เตรียมกิจกรรมใหม่มีลักษณะต่อเนื่อง จัดให้มีการฝึกหัดและมีการติชมผลงานที่เกิดขึ้นด้วย นอกจากนี้ ประสาท อิศรปริศา (2520 : 11) กล่าวว่า การที่จะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในค่านักขณะนั้น ควรคำนึงถึงหลักสำคัญดังนี้

1. มีความสัมพันธ์กับการสร้างสิ่งใหม่ ๆ
2. เริ่มขึ้นด้วยความตั้งใจ
3. ต้องอาศัยการฝึกฝน
4. ต้องการรู้ผล
5. เกิดขึ้นตามลำดับขั้น
6. อาศัยการจัดระเบียบและช่วงเวลาของการฝึก
7. ขึ้นอยู่กับการประเมินผลของครู

ดังนั้น การเรียนการสอนเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นจะต้องให้นักเรียนได้ฝึกฝนไปปฏิบัติจริง

เกี่ยวกับการฝึกนั้น ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ ซึ่งกล่าวไว้ในกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ว่าอันทรีย์ใด ๆ ใดกระทำบ่อย ๆ หรือได้ฝึกซ้ำ ๆ อยู่เสมอ ก็จะทำให้เกิดผลของการปฏิบัติ ซึ่งนำไปสู่การเกิดทักษะ (สุภัทธา บินตะแพทย์, 2532 : 57) นอกจากนี้ อัจฉรา ธรรมาตร์ (2531 : 98 - 99) ได้สรุปเกี่ยวกับการฝึกไว้ว่า การได้ลองทำกิจกรรมตามตัวแบบ จะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้พฤติกรรมใหม่ได้ดีและถูกต้องยิ่งขึ้น นั่นคือการฝึกจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

เมื่อนักเรียนได้ฝึกหัดหรือปฏิบัติแล้ว ตัวแปรที่สำคัญอีกตัวหนึ่งซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนคือ การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Informative Feedback) กล่าวได้ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ ถ้าหากนักเรียนได้รู้ผลการกระทำของตนเอง (Cronbach, 1963 : 277) ไพน์ (Fine, 1962 : 89) ได้อธิบายว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถช่วยให้นักเรียนได้เปรียบเทียบการตอบสนอง และพฤติกรรมของตนที่ได้แสดงออกมาว่าถูกต้องหรือผิดอย่างไร อันจะนำไปสู่การเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ธอร์นไดค์ (Ausubel, 1968 : 315 Citing Thorndike, 1931) กล่าวถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในค่านักขณะ ผู้เรียนไม่สามารถปรับปรุงพฤติกรรมของตนเองได้ดีขึ้นเลย ถ้าเขาไม่รู้ว่าความพยายามของเขาใกล้เคียงมาตรฐาน

หรือไม่ นอกจากบลูม (Bloom, 1976 : 49) กล่าวว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ทำให้การสอนมีคุณภาพ และสามารถนำมาปรับปรุงการเรียนการสอนได้ ดังนั้น การให้ข้อมูลย้อนกลับจึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญมากในกระบวนการเรียนการสอน การให้ข้อมูลย้อนกลับหรือการให้นักเรียนทราบผลการกระทำนี้ ตามทฤษฎีการวางเงื่อนไขการกระทำของสกินเนอร์กล่าวว่า การที่นักเรียนแสดงการตอบสนองแล้วได้รู้ผลนั้น จัดว่าเป็นการเสริมแรงที่สำคัญในกระบวนการเรียนรู้ (สมควร อภัยพันธ์, 2513 : 128) ซึ่งสอดคล้องกับการที่ธอร์นไคด์ถือว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นการเสริมแรงขั้นทุติยภูมิ (Secondary Reinforcement) ที่ก่อให้เกิดกำลังใจแก่นักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนครั้งต่อ ๆ ไป (พรวณี ช.เจนจิตร, 2528 : 776)

ในสภาพการศึกษา การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนมีหลายวิธี เช่น การตรวจผลงานให้นักเรียน การให้คำติชม การเฉลยข้อสอบ และการให้นักเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ชื่นจิตร สังข์คงเมือง, 2530 : 10) แต่การให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือปฏิบัติคือ การตรวจแบบฝึกหัดหรือการตรวจผลงาน ซึ่งเป็นภาระหน้าที่อีกประการหนึ่งของครู (Ausubel, 1968 : 315) การตรวจแบบฝึกหัดหรือการตรวจผลงาน จะช่วยให้การเรียนของนักเรียนดีขึ้น เพราะจะทำให้นักเรียนทราบถึงขอบบพร่องของตนเอง และแก้ไขขอบบพร่องนั้น ๆ ได้ ในการตรวจแบบฝึกหัดของนักเรียนเท่าที่ปฏิบัติกันมานั้น ครูต้องตรวจแบบฝึกหัดของนักเรียนเองทุกคน และต้องใช้เวลามากในการตรวจแต่ละแบบฝึกหัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบฝึกหัดที่แสดงวิธีทำหรือแบบฝึกหัดที่เป็นอัตนัย เพราะเนื่องจากจำนวนข้อของแบบฝึกหัดจะมีมากแล้ว ในแต่ละชั้นย่อมมีจำนวนนักเรียนมากอีกด้วย (บุญมี จันทรสุมุค, 2524 : 3) ดังนั้น ครูบางคนก็ตรวจเพียงให้ทราบว่าข้อใดถูกข้อใดผิดเท่านั้น (ขวัญตา เองจวน, 2522 : 2) และครูบางคนก็ให้นักเรียนเปลี่ยนกันตรวจกับเพื่อน โดยครูเป็นผู้เฉลยคำตอบ ซึ่งครูคิดว่าเป็นวิธีที่สะดวกต่อการปฏิบัติ ทั้งยังเป็น การส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาถึงวิธีการ และแนวคิดในการตรวจแบบฝึกหัดของผู้อื่น ซึ่งจะช่วยให้เด็กมีความคิดกว้างขวางขึ้น (ละออ การุณยะวนิช, ม.ป.ป. : 11) การตรวจงานของนักเรียนถ้าหากมีวิธีการให้นักเรียนตรวจงานกันเอง โดยครูไม่ต้องเข้าไปเกี่ยวข้องมากนัก และขณะเดียวกันไม่ทำให้เกิดผลเสียในด้านอื่น ๆ คือ นักเรียนสามารถทำได้ดีเหมือนกับครูทำเองแล้วการให้นักเรียนตรวจงานเองก็จะมีประโยชน์อย่างยิ่ง (อาคม จันทรสุนทร, 2522 : 52) การให้นักเรียนตรวจงานแทนครูนั้นให้ผลดีในด้านลดเวลาทำงานของครู ฝึกความรับผิดชอบ

ของนักเรียน และส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอีกด้วย (บุญมี จันทร์สมุต,
2524 : 8)

การให้นักเรียนตรวจงานแล้วประเมินผลงานของตนเอง นอกจากจะเป็นการให้
ข้อมูลย้อนกลับแล้ว ยังเป็นการเสริมแรงตนเองอีกด้วย ซึ่ง แบนดูรา (อัจฉรา ธรรมาภรณ์,
2531 : 108 อ้างอิงมาจาก Bandura, 1968) กล่าวว่า บุคคลที่ให้การเสริมแรง
หรือรางวัลต่อการกระทำที่ประสบความสำเร็จของตนเอง จะกระทำสิ่งต่าง ๆ ได้ประสบผล
สำเร็จสูงกว่าบุคคลที่ทำกิจกรรมเดียวกัน ซึ่งเพียงแต่ได้รับการสอนหรือคำแนะนำจากผู้อื่น
แต่ไม่มีการเสริมแรงใด ๆ ต่อการกระทำของตนเองเลย ประโยชน์อีกประการหนึ่งของการ
ให้นักเรียนประเมินผลงานของตนเองคือทำให้นักเรียนไม่ต้องคอยวิตกกังวลว่า ครูจะประเมิน
หรือวิพากษ์วิจารณ์ผลงานของเขาว่าอย่างไร เป็นผลให้นักเรียนมีอิสระมากขึ้น

เกี่ยวกับการตรวจแบบฝึกหัด ยังมีผู้ให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ กัน เช่น ศรีสุดา
ศิริสิทธิ์ (2522 : 91) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการตรวจแบบฝึกหัดว่า ครูควรตรวจแบบ
ฝึกหัดด้วยตนเองทุกครั้ง เพื่อครูจะสามารถหาข้อบกพร่องของนักเรียน และหาทางช่วยเหลือ
แก้ไขปรับปรุงได้ นางเยาว์ ลิกขมาน (2528 : 26) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การที่
นักเรียนตรวจแบบฝึกหัดแทนครูนั้น เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อนตนเอง คนอื่น
และหมู่คณะได้อย่างหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ แซลลี่ (Sally, 1978 : 153)
ที่ว่า บางแบบฝึกหัดอาจให้นักเรียนตรวจเอง โดยครูอ่านคำตอบ หรือเขียนคำตอบในกระดาน
แล้วให้นักเรียนตรวจเองหรือให้เพื่อนตรวจ ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลาของครูด้วย

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจที่ศึกษารูปแบบการฝึกและรูปแบบการให้
ข้อมูลย้อนกลับโดยการตรวจงานที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยแบ่งรูปแบบการฝึกออกเป็น 2 แบบ คือ ฝึกรวบยอดหลังจาก
จากเรียนเนื้อหาจบแล้ว และฝึกเป็นระยะพร้อม ๆ กับการเรียนเนื้อหา รูปแบบการให้ข้อมูล
ย้อนกลับโดยการตรวจงานแบ่งเป็น 3 แบบ คือ ครูตรวจงานโดยแก้ไขข้อที่ผิดและทำเครื่องหมาย
ถูกข้อที่ถูก และบันทึกความเห็น ครูตรวจงานโดยแก้ไขข้อที่ผิดและบันทึกคะแนนข้อที่ถูก และให้

นักเรียนตรวจงานโดยแกชอที่ผิดและบันทึกคะแนนข้อที่ถูก ดังนั้น ปัญหาในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาว่ารูปแบบการฝึกทั้ง 2 แบบ และรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการตรวจงาน ทั้ง 3 แบบ จะมีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนหรือไม่ และมีปฏิกริยารวม (Interaction) ระหว่างตัวแปรทั้งสองหรือไม่

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวแปรที่จะศึกษา ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการฝึก
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการตรวจงาน

เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สำหรับความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักวิทยาศาสตร์ และนักการศึกษาแสดงความคิดเห็นและให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไวหลายท่าน เช่น พจน์ สะเพียรชัย (2517 : 49-51) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านทักษะ การสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การจัดกระทำข้อมูล การสร้าง สมมติฐาน การออกแบบและการดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณ และการหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ส่วน ประหยค์ จันทร์ชมัญ และประสพสันต์ อักษรมณี (2518 : 23-24) ได้ให้ความหมายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียน เกิดทักษะ 2 ประการ คือ ทักษะในการทำหรือใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือมีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา และการใช้

ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผล คลอปเฟอร์ (Klopfer, 1978 : 153) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่วในการใช้ทักษะ เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ นอกจากนี้ สูวิมล เขี้ยวแก้ว (2527 : 20) ได้กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการได้ฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีเหตุผลและมีระเบียบ พฤติกรรมนี้จะสะสมขึ้นในตัวผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นได้อย่างกว้างขวาง"

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่บุคคลต่าง ๆ ได้ให้ไว้ดังกล่าวพอจะสรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถ ความชำนาญ ในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสวงหาความรู้ ตลอดจนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งพฤติกรรมนี้สามารถพัฒนาฝึกฝนให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็น 2 ระดับ ดังนี้ (AAAS, 1970 : 33-176)

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skills)
ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ 8 ทักษะ ดังนี้

- 1.1 การสังเกต (Observing)
- 1.2 การวัด (Measuring)
- 1.3 การใช้ตัวเลข (Using numbers)
- 1.4 การจำแนกประเภท (Classifying)

- 1.5 การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา
(Using Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)
- 1.6 การสื่อความหมาย (Communicating)
- 1.7 การสรุปอ้างอิง (Inferring)
- 1.8 การทำนาย (Predicting)
2. ทักษะกระบวนการขั้นสูงหรือขั้นผสม (The Integrated Process skills) ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ 5 ทักษะ ดังนี้
 - 2.1 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
 - 2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operational Definition)
 - 2.3 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Data Processing and Interpreting)
 - 2.4 การชี้บ่งและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variable)
 - 2.5 การออกแบบและดำเนินการทดลอง (Designing Investigation and Experimenting)

สุวัฑณี นิยมคำ และจรรยา สุจาร์กุล (2524 : 10-14) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า (หู ตา จมูก ลิ้น ผิวกาย) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างด้วยกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอันเป็นข้อเท็จจริงของวัตถุนั้น โดยไม่มีการใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป รวมถึงการกะประมาณโดยไม่ใช้เครื่องมือ และการระบุชื่อของสิ่งที่ทำการสังเกตได้ด้วย

2. การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือสำหรับวัดเข้าไปทำการวัดหาปริมาณของสิ่งที่กำลังศึกษา ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน โดยมีหน่วยกลางหรือหน่วยมาตรฐานที่สามารถเปรียบเทียบกันได้กำกับไว้ด้วย รวมถึงความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัดอีกด้วย

3. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การจัดวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปรากฏการณ์หนึ่ง ออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นนี้อาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์แล้วแต่กรณี

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา (Using Space/Time Relationship) เป็นการหาว่าสเปซหรือมิติของวัตถุมีความสัมพันธ์กับเวลาอย่างไร สเปซของวัตถุหมายถึงที่ว่างที่เกิดขึ้นเนื่องจากวัตถุนั้นครองที่ สเปซมี 3 มิติ คือ มิติกว้าง มิตียาว มิตีสูง เมื่อวัตถุอยู่นิ่ง สเปซของวัตถุอาจจะมีลักษณะอย่างหนึ่ง และเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ สเปซของวัตถุอาจจะเปลี่ยนไปเป็นอีกลักษณะหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา สามารถบอกได้เป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซต่าง ๆ ของวัตถุ เมื่อวัตถุนั้นอยู่นิ่ง คือการบอกได้ว่าวัตถุที่สังเกตเห็นนั้นมีมิติ

2. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซต่าง ๆ ของวัตถุ เมื่อวัตถุนั้นเคลื่อนที่ คือการบอกได้ว่า เมื่อวัตถุอย่างหนึ่งเคลื่อนที่ไป สเปซของวัตถุนั้นเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

3. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับภาพฉายหรือเงา เช่น ถ้าเอารูปปั้นของคนวางไว้หน้ากระจกเงา สามารถบอกได้ว่าส่วนไหนของภาพ ตรงกับส่วนไหนของรูปปั้น หรือถ้าฉายภาพ (Project) ของวัตถุออกไป จะได้ภาพหรือเงาเป็นรูปอะไร

4. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา เป็นการบอกได้ว่า เมื่อเวลาเปลี่ยนไป สเปซของวัตถุเปลี่ยนไปอย่างไร

5. การจัดกระทำและสื่อความหมาย (Communicating) ประกอบด้วยความสามารถ 2 ลักษณะ คือ การจัดกระทำข้อมูล (Data Organizing) กับการสื่อความหมาย (Communicating)

การจัดกระทำข้อมูล เป็นการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำในรูปแบบใหม่ เพื่อให้มีความหมายที่ขึ้นกว่าเดิม เช่น จัดกระทำในรูปของตาราง ตารางความถี่ เรียงลำดับตามเกณฑ์ที่กำหนด จำแนกประเภท คำนวณค่าใหม่

การสื่อความหมาย เป็นการทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายที่สุด คีที่สุด และรวดเร็วที่สุดในสิ่งที่เราต้องการจะแจ้งให้ทราบ

6. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) เป็นการมองความหมายหรือคำอธิบายที่ได้จากข้อมูลหรือจากปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา โดยอาศัยประสบการณ์เดิมเป็นเครื่องมือ

7. การพยากรณ์ (Predicting) เป็นการคาดเหตุการณ์หรือคาดสิ่งที่จะเกิดขึ้นไวล่วงหน้า จากข้อมูลหรือประสบการณ์ที่กำลังพบอยู่ โดยใช้หลักการหรือประสบการณ์เดิมที่เคยพบเห็นในลักษณะนั้นมาแล้วเป็นเครื่องมือ การพยากรณ์มีอยู่ 2 ชนิด คือ การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูล กับการพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูล

8. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) เป็นการสร้างข้อความอย่างหนึ่งขึ้นมาอย่างมีเหตุผล โดยผู้สร้างคิดว่าข้อความนี้จะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ หรือเป็นการคาดคะเนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์นั้น ๆ ขึ้น ซึ่งต้องทำการทดลองพิสูจน์หาความจริงต่อไป

9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) เป็นการบอกได้

ว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้น ประกอบด้วยตัวแปรอะไรบ้าง ตัวแปรอะไรเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรอะไรเป็นตัวแปรตาม และตัวแปรอะไรเป็นตัวแปรที่ควรควบคุมในการทดลอง

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) เป็นการกำหนดความหมายขอบเขตของตัวแปรต่าง ๆ หรือศัพท์เฉพาะในแนวที่จะสังเกตลักษณะเฉพาะของมันได้ ทำการวัดได้ ทำการทดสอบด้วยวิธีง่าย ๆ ได้

11. การทดลอง (Experimenting) เป็นการทดสอบความถูกต้องของสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองครั้งหนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วยกิจกรรม 2 ขั้นตอน ได้แก่ กิจกรรมออกแบบการทดลอง กับกิจกรรมภาคปฏิบัติการทดลอง

12. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data) เป็นการพิจารณาหาความหมายในขั้นสุดท้ายของการทดลอง เพื่อสรุปเป็นหลักการ กฎ ทฤษฎี มโนคติ แนวโน้ม หรือความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รวบรวมและปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม สรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2524 : 1 - 12)

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วย ข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ เช่น รูปร่าง สี สัน และกลิ่น ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ โดยการกะประมาณ เช่น ขนาด มวล และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตแล้วคือ

1. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ
3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกและใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับสิ่งที่วัด วัดสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว และสามารถอ่านค่าจากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว โกล้เคียงกับความเป็ความจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัดแล้วคือ

1. เลือก เครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับสิ่งที่วัด
2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
3. บอกวิธีวัดและวิธีใช้ เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
4. ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุดหนุนมี น้ำหนัก ปริมาตรและสิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
5. ระบุน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการแยกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ หรือ เรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยอาศัยเกณฑ์ซึ่งอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทแล้วคือ

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นจำแนกให้ได้
2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้ เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
สเปสของวัตถุหมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วมิติของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง
ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง
ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับ เวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และ สเปสกับเวลาแล้วคือ

1. ชี้บรูรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
2. วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
3. บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ เช่น
 - 4.1 ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
 - 4.2 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงาได้
 - 4.3 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นได้
 - 4.4 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุ (3 มิติ)

ออกเป็น 2 ส่วนได้

5. บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้
6. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
7. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏหน้ากระจกว่าเป็นชายหรือขวาของกันและกันได้
8. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
9. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ

กับเวลาได้

5. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการสังเกต เชิง ปริมาณ การวัด การทดลอง มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ บวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสองหรือถอดราก เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณแล้ว คือ

1. การนับ ได้แก่
 - 1.1 นับจำนวนสิ่งของใดถูกต้อง
 - 1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

- 1.3 คัดเลือกว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- 1.4 คัดเลือกว่าของในกลุ่มใดเท่ากันหรือต่างกัน
2. การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ใดแก่
 - 2.1 บอกวิธีคำนวณใด
 - 2.2 คิดคำนวณใดถูกต้อง
 - 2.3 แสดงวิธีคิดคำนวณใด
3. การหาค่าเฉลี่ย
 - 3.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ยใด
 - 3.2 หาค่าเฉลี่ยใดถูกต้อง
 - 3.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยใดถูกต้อง

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ไ้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแล้ว คือ

1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลใดเหมาะสม
2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลใด
3. ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
5. บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการเพิ่มความคิดเห็นให้แก่ข้อมูลที่ไ้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลแล้วคือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้ออกจากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ อาจพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลและภายนอกขอบเขตของข้อมูล เราสามารถตรวจสอบผลการพยากรณ์ได้โดยการสังเกตซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งต้องละเอียดเพียงพอ การพยากรณ์จะให้ผลอย่างมั่นใจที่สุด เมื่อการพยากรณ์นั้น พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ถูกควบคุมให้คงที่หมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์แล้วคือ

1. พยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว
2. พยากรณ์ผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูล ซึ่งปริมาณที่มีอยู่ได้
3. พยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูล ซึ่งปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐานแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการแล้วคือ สามารถกำหนดความหมายของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่^{ขึ้น}ควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุ^{ที่}ก่อให้เกิดผล เช่นมันจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่^{เป็น}สาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่^{เป็น}ผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่^{ต้อง}ควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อตัวแปรตาม ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรแล้วคือ สามารถบ่งชี้และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่^{ต้อง}ควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการระบุนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และหรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่^{ได้}จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลองแล้วคือ

1. ออกแบบการทดลองโดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่^{ต้อง}ควบคุม

1.2 ระบุอุปกรณ์และหรือสารเคมีที่ต้องการใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปแล้ว คือ

1. แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จากแนวคิดและเอกสารดังกล่าว จะเห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งนักเรียนสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ ตลอดจนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ควรได้รับการฝึกเป็นอย่างยิ่ง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดแนวการแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยศึกษาการฝึกทักษะขั้นพื้นฐานเพียงจำนวน 5 ทักษะ จาก 8 ทักษะ และ 5 ทักษะนั้น คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีผู้วิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีทั้งที่ขัดแย้งและสอดคล้องกัน เช่น ผกามาศ วรานุสันติกุล (2524 : 72-73) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของครู และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน จาก 10 โรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ประสานวงศ์ บุรณะพิมพ์ (2528 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนสาธิตที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ในรูปแบบการคิดแต่ละแบบ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2527 จำนวน 278 คน จากโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยในกรุงเทพมหานคร จำนวน 5 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีรูปแบบการคิดแบบเดียวกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เขาวนีย์ อะยะวงค์ (2526 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและค่ายครูฝึก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2525 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน ได้รับการฝึกด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และกลุ่มควบคุม 30 คน ได้รับการฝึกด้วยครูฝึกใช้เวลาในการฝึก 12 คาบ เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกแล้วทำการทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พร้อมกัน ผลการวิจัยพบว่าการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม กับค่ายครูฝึกให้ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน ในทำนองเดียวกันนี้ วรรณทิพา รอดแรงค่า (2528 : 154 - 176) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปพร้อมกับครูฝึกในกระบวนการสอนกับการสอนด้วยวิธีปกติ ตามหลักสูตรของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 127 คน กลุ่มทดลอง 63 คน ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมด้วย

แบบเรียนสำเร็จรูป ใช้เวลาในการฝึก 12 คาบ กลุ่มควบคุม 64 คน ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติ ตามหลักสูตร สสวท. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนแล้วทำการทดสอบทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ผลการวิจัยพบว่า ทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปพร้อมกับครูฝึก มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมหลังการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติตามหลักสูตรของ สสวท.

ปรีชา ธรฤทธิ์ (2529 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกหัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านนาบอน อำเภอนาบอน จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน เรียนด้วยการสอนแบบสาธิตเสริมด้วยแบบฝึกหัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุม 30 คน เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีผลแตกต่างกัน ได้แก่ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป ส่วนทักษะการสังเกต ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ให้ผลไม่แตกต่างกัน

หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา (การประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา, สำนักงาน, 2532 : 24 - 29) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการสอนที่ใช้หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอนของกรมวิชาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างห้องเรียนในโรงเรียนขนาด
ต่างกัน ปรากฏว่า

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หน่วยการเรียนเพื่อ
พัฒนาสมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างห้องเรียนในโรงเรียนขนาด
ใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก ไม่แตกต่างกัน

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หน่วยการเรียน เพื่อ
พัฒนาสมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอน
ของกรมวิชาการในท้องเรียนโรงเรียนขนาดใหญ่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
โดยที่นักเรียนที่เรียนโดยใช้หน่วยการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอนของกรมวิชาการ

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หน่วยการเรียน เพื่อ
พัฒนาสมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอน
ของกรมวิชาการในท้องเรียนโรงเรียนขนาดกลางไม่แตกต่างกัน

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หน่วยการเรียนเพื่อ
พัฒนาสมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอน
ของกรมวิชาการ ในท้องเรียนโรงเรียนขนาดเล็ก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05 โดยนักเรียนที่เรียนโดยใช้หน่วยการเรียนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอนของกรมวิชาการ

พรรณิ ภวภูตานนท์ (2528 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์และแบบแผนความ
สัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 780 คน ผลการวิจัยพบว่า มีการ
รับรู้ของนักเรียน 5 ด้าน ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การรับรู้ของนักเรียน
ด้านการจัดลำดับเนื้อหา การรับรู้ด้านการให้คำแนะนำ การรับรู้ด้านการใช้คำถาม การรับรู้ด้าน
การใช้สื่อการเรียนการสอน และการรับรู้ด้านการเสริมแรง

สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศ เช่น บัทโซว์ (Butzow, 1971 : 85) ได้ทดลอง
สอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน

ACC. No. 081920
DATE RECEIVED 5 พ.ย. 2530

372 35044
11/19/01

92 คน โดยทดสอบก่อนสอนแล้วทำการสอนวิทยาศาสตร์ 5 บทแรก แล้วทดสอบหลังการสอนพบว่า คะแนนจากการทดสอบสองครั้งแตกต่างกันคือ นักเรียนสามารถในการสังเกต เปรียบเทียบ จัดจำพวก สรุปร่างอิงและทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีสติปัญญาดี จะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่า

ในปี 1975 ไรลีย์ (Riley, 1975 : 5152-A-5153-A) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจ วิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกหัดครู ชั้นปีที่ 1 - 4 โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะโดยใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ปฏิบัติจริงในการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกโดยได้รับความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้ปฏิบัติจริง ส่วนกลุ่มที่ 3 ให้ปฏิบัติตามกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วไปตามปกติ แล้วทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบ 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ มาตรฐานเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อการฝึกทักษะ จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ F-test ปรากฏว่า กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

บรูคส์ (Brooks, 1982 : 1103-A) ได้ศึกษาผลการเรียนเพื่อรอบรู้ที่มีต่อการเรียนและความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากร จำนวน 90 คน ที่มี ความสามารถทางการเรียนปานกลาง และมีความสามารถทางการเรียนสูง กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้หลักการ เรียนเพื่อรอบรู้ กลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่ใช้หลักการ เรียนเพื่อรอบรู้ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนปานกลาง และนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ส่วนความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น เมื่อพิจารณาเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง ที่เรียน

โดยใช้หลักการ เรียนเพื่อรอบรู้มีความคงทนค้ำห้กะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการ เรียนเพื่อรอบรู้ ส่วนในกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง ทั้งกลุ่มที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้หลักการ เรียนเพื่อรอบรู้ มีความคงทนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาห้กะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง พบว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการ เรียนเพื่อรอบรู้มีความคงทนค้ำห้กะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการ เรียนเพื่อรอบรู้ อย่างมีนัยสำคัญทั้งพวกห้มีความสามารถในการเรียนสูง และพวกห้มีความสามารถในการเรียนปานกลาง

โตที (Doty, 1986 : 3311-A) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และวิธีสอนแบบปกติห้มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และห้กะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของนักเรียนระดับ 9 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศ เชื้อชาติ สถิติปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพในโรงเรียน ในเขตมิสซิปปี โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สอนแบบสืบสวนสอบสวน จำนวน 59 คน และกลุ่มที่สอนโดยวิธีสอนแบบปกติ จำนวน 59 คน ผลการวิจัยพบว่า ห้กะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า แตกต่างกัน สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างห้กะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่น ๆ ในกลุ่มที่สอนแบบสืบสวนสอบสวน พบว่า ห้กะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ สถิติปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ห้ศึกษาเกี่ยวกับห้กะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าห้กะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งห้สามารถฝึกห้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ด้วยวิธีการฝึกแบบต่าง ๆ การฝึกห้กะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ควรห้ นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงโดยการฝึกปฏิบัติ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีแบบฝึกห้ค้ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติด้วย และในการฝึกห้กะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะฝึกเฉพาะในเวลาตามห้กำหนดห้ไว้ในแผนการสอน คงจะเกิดผลสัมฤทธิ์ได้ไม่สมบูรณ์นัก เนื่องจากระยะเวลาอันสั้นของแต่ละคาบผู้สอนไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนห้ให้นักเรียนเกิดห้กะได้อย่างเพียงพอ จำเป็นจะต้องจัดกิจกรรมเสริมนอกเหนือจากเวลาเรียน จึงจะห้ให้นักเรียนเกิดห้กะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ได้

* เอกสารที่เกี่ยวกับการฝึก

✓ การฝึก (Training) หมายถึง การจัดสภาพการณ์ไว้ให้ผู้ฝึกตอบสนอง และปฏิบัติ จนเกิดความชำนาญ คล่องแคล่วและมีประสิทธิภาพ จนเรียกได้ว่าเกิดทักษะ การฝึกที่จะทำให้เกิดทักษะ และดำรงทักษะไว้นั้นมีหลักอยู่ 3 ประการ คือ (ฟังใจ สนิธวานนท์ และคนอื่น ๆ, 2519 : 9 - 10)

- ✓ 1. การมีแบบอย่างที่ดี หมายถึง การมีตัวแทนของทักษะที่แสดงให้ดู ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อเขียน การบรรยาย ภาพยนตร์ เทปบันทึก หรือภาพนิ่ง และจะใช้แบบใดก็แล้วแต่ความเหมาะสม
- ✓ 2. มีการฝึกโดยอาศัยเกณฑ์ของแบบอย่างนั้น ๆ ซึ่งการฝึกอาจจะกระทำด้วยตนเอง เลียนแบบครู หรือการลองฝึกในสถานการณ์จำลอง
- ✓ 3. การมีผลย้อนกลับ จะทำให้ผู้ฝึกบรรลุผลของตนเอง จะช่วยให้ปรับปรุงแก้ไขในสิ่งที่บกพร่อง แศตภาพที่ได้เป็นที่พอใจก็จะเป็นแรงจูงใจในการฝึกต่อไป

การสร้างแบบฝึก

การสร้างแบบฝึก เพื่อเป็นสื่อการสอนในการฝึกทักษะนั้น ใ้มีผู้เสนอแนวทางในการสร้างไว้หลายท่าน เช่น บัทส์ (Butts, 1974 : 85) ใ้เสนอหลักในการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องกำหนดโครงสร้างไว้คร่าว ๆ ก่อน
2. ศึกษางานคานการอ่าน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึงความเหมาะสม

ของนักเรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมในแต่ละตอนให้เหมาะสม
6. กำหนดเวลาที่จะใช้ฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. ประเมินผลก่อนและหลังการฝึก

นอกจากนี้ วรรณาด พ่วงสุวรรณ (2518 : 34 - 37) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

1. คึงวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแบบฝึก
3. สร้างแบบฝึกโดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 3.1 ศึกษาปัญหาในการเรียนการสอน
 - 3.2 ศึกษาหลักจิตวิทยาในการเรียนการสอน
 - 3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
 - 3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก
 - 3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของการฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง
 - 3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกทำให้ครบตามที่กำหนด

หลักการทางจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการสร้างแบบฝึก

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรชัย (2522 : 52 - 62) กล่าวว่าในการสร้างแบบฝึกของยึดหลักตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไคค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ซึ่งกล่าวว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่วและสามารถทำได้ดี (Law of Use) และในทางกลับกัน สิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึก หรือทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมจะทำให้ทำได้ไม่ดี (Law of Disuse)

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึงว่า นักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถ และความสนใจต่างกัน ดังนั้น ในการสร้างแบบฝึก ควรจะพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ไม่ยากและง่ายจนเกินไป และควรมีหลาย ๆ แบบ

3. การจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึก และช่วยย่นอายุให้ติดคัมต่อไป

4. ใช้แบบฝึกง่าย ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

ลักษณะของแบบฝึกที่ดี

ในการสร้างแบบฝึก นอกจากจะคำนึงถึงหลักจิตวิทยาดังกล่าวแล้ว นักการศึกษาหลายท่าน

ได้ขอเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของแบบฝึกหัดที่ไว้ดังนี้

ริเวอร์ (River, 1968 : 97 - 105) กล่าวถึงลักษณะแบบฝึกหัดที่ไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกหนัก เรียนมากพอควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ
ต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อการสอบ
2. แต่ละบทฝึกควรวางแบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น
3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่รู้แล้ว
4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักกันดีแล้ว
5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย
6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้เด็กเกิดความเบื่อหน่าย
7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

✓ ฮาร์เรส (Hares n.d. : 93 - 94) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องแน่ใจในภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียน และควรวางโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้ปัญหา และการสนองตอบดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนั้น ต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่าแต่ละตอนแต่ละแบบแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร
3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัด แต่ละชนิด แต่ละรูปแบบ
4. นักเรียนควรมีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทางความสามารถ และเข้าใจลงในแบบฝึก
5. นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากบทเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2517 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำ เป็นแบบฝึกที่มีลักษณะดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต

4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาค้นคว้าเองได้

✓ นอกจากนี้ นิตยา ฤทธิโยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ควักนี้

- ✓ 1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
- ✓ 2. เหมาะสมกับระดับวัย หรือความสามารถของเด็ก
- ✓ 3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่ทำให้เด็กเข้าใจวิธีทำใ้คงง่าย
- ✓ 4. ใช้เวลาเหมาะสมคือ ไม่ใช่เวลานานหรือเร็วเกินไป
- ✓ 5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกนับว่ามีประโยชน์มากต่อการเรียนการสอน ดังที่เพ็ตตี (Petty, 1953 : 469 - 472) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างมีระบบระเบียบ
2. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน การให้ทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น
3. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่มนั้น เด็กสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางในการทบทวนด้วยตนเองได้
4. การให้เด็กทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่น หรือปัญหาต่าง ๆ ของเด็กได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการแก้ไขปรับปรุงใ้ทันที่
5. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือแบบเรียน จะช่วยให้เด็กฝึกฝนได้อย่างเต็มที่
6. ช่วยเสริมทักษะทางการใช้ภาษา เป็นเครื่องมือช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษา

ขึ้น

7. ช่วยเสริมให้ทักษะทางภาษาคงทน โดยกระทำดังนี้
 - 7.1 ฝึกทันทีที่เด็กได้เรียนรู้เรื่องนั้นแล้ว
 - 7.2 ฝึกซ้ำ ๆ หลายครั้ง
 - 7.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก
8. เป็นเครื่องมือนำผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
9. ช่วยให้ครูและนักเรียนประหยัดทั้งแรงงานและเวลา

การฝึกมีบทบาทสำคัญยิ่งในการเรียนรู้ หน้าที่เกี่ยวกับการฝึกที่อยู่ในความสนใจของนักจิตวิทยาการเรียนรู้และนักวิจัยมาช้านาน คือปัญหาเรื่องการใช้เวลาในการฝึกว่า ในการฝึกงานแต่ละอย่างนั้น ควรจะให้ผู้ฝึกได้ฝึกติดต่อกันไป (Massed Practice) หรือจะให้ฝึกเป็นระยะ ๆ (Distributed Practice) (ขวัญตา เอ็งฉวน, 2524 : 9) หน้าที่นี้ได้มีการวิจารณ์และทำการค้นคว้ากันอย่างกว้างขวาง เช่น เดอ เซคโค (De Cecco, 1980 : 286-287) ได้รวบรวมรายงานผลการศึกษาค้นคว้าต่าง ๆ เกี่ยวกับการฝึกเป็นระยะ และการฝึกรวบยอด แล้วให้ข้อคิดว่า "ในการแสดงออกของทักษะทางกลไก การฝึกเป็นระยะ จะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการฝึกรวบยอด สำหรับผลของการให้มีช่วงพักนั้น เปลี่ยนแปลงตามทักษะที่แตกต่างกันออกไป ส่วนในการเรียนรู้ภาษานั้น จากหลักฐานการค้นคว้าต่าง ๆ ไม่ปรากฏว่าการฝึกเป็นระยะและการฝึกรวบยอดจะให้ผลแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในการเรียนรู้ทักษะทางกลไกนั้น อาจสรุปได้ว่าการฝึกเป็นระยะให้ผลสูงกว่าการฝึกรวบยอด" ซึ่งสอดคล้องกับการสรุปของฮิลการ์ด (Hilgard, 1962 : 313 citing Underwood) ซึ่งสรุปจากการค้นคว้าว่า "งานที่เกี่ยวกับการท่องจำ (Pursuit-rote Learning) และงานทางทักษะกลไก (Motor Type Test) การฝึกเป็นระยะ จะให้ประสิทธิภาพสูงกว่า ส่วนงานอื่น ๆ นั้น การฝึกทั้งสองวิธีจะให้ผลไม่แตกต่างกัน

สปริงธอลล์และสปริงธอลล์ (Sprinthall and Sprinthall, 1974 : 237) ได้กล่าวเกี่ยวกับการฝึกทั้งสองวิธีนี้ไว้ว่า "ในการเรียนทักษะทางกลไก การฝึกเป็นระยะเหมาะสมกว่าการฝึกแบบรวบยอด การเรียนสะเท็ทหรือฝึกทักษะพลศึกษา การฝึกเป็นระยะจะช่วยลดความเมื่อยล้า และทำให้ผู้ฝึกได้ฝึกไปทีละขั้น ๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง แต่ถ้าเป็นงานทางสติปัญญา ซึ่งต่างลักษณะออกไป การเรียนนี้ทางง่าย ๆ หรือโคลงบทหนึ่งอาจจะดีที่สุดสำหรับการฝึกรวบยอด เนื่องจากการเรียนเป็นช่วง ๆ จะทำให้เกิดการแบ่งบทเรียน ทำให้บทเรียนไร้ความหมาย ซึ่ง