



บทที่ 2

เอกสารวิชาการและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์กระบวนการวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์
หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ
จากตำรา เอกสารวิชาการ และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจะนำเสนอเป็นลำดับ
ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ และการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์
2. จุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น
พุทธศักราช 2521
3. ความสำคัญและความหมายของคู่มือครู
4. ความสำคัญและความหมายทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
5. การวิเคราะห์เนื้อหา
6. รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ และการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์

ปัจจุบันทุก ๆ ประเทศได้ตระหนักถึงความสำคัญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศด้านเศรษฐกิจ และสังคม
เป็นอย่างมาก บรรดาประเทศที่กำลังพัฒนาหลาย ๆ ประเทศ รวมทั้งประเทศไทยได้เล็งเห็น
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น เพราะความก้าวหน้าทางด้านนี้เป็นรากฐาน
สำคัญที่ก่อให้เกิดการผลิตสินค้า และบริการ ตลอดจนการลงทุน จนสามารถกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีเป็นองค์ประกอบสำคัญของสังคมมนุษย์สมัยใหม่ที่จะช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็น
อยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น บัจจุบันมูลฐานที่สำคัญยิ่งที่ต้องควบคู่ไปกับการพัฒนาวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีก็คือ กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะในขณะนี้ประเทศไทยได้มุ่งเป้าหมายที่จะพัฒนาประเทศจากประเทศเกษตรกรรมให้เป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ย่อมจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการกำหนดนโยบาย และมาตรการในการวางแผนกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับปัจจัยสำคัญอื่น ๆ เช่น ทุน ที่ดิน การประกอบการ ฯลฯ ทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ ตลอดจนรู้จักใช้ทรัพยากรมนุษย์ให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุด จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น องค์การสหประชาชาติ โดยคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคม สำหรับเอเชียแปซิฟิก (ESCAP : เอสแคป) เน้นบทบาทของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิกมาขึ้น โดยได้ดำเนินการต่าง ๆ เพื่อเตรียมการให้ทศวรรษ 1990 (ค.ศ.1990-2000 หรือ พ.ศ.2533-2543) เป็นปีสำหรับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยเน้นให้มีการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2531) การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทำได้โดยการให้การศึกษาทั้งในระบบโรงเรียน และนอกระบบโรงเรียน และสามารถให้การศึกษาได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต บทบาทของการศึกษาวissenschaftและเทคโนโลยี จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาเยาวชนไทย เพื่อที่จะได้เป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศในอนาคต อารมณีย์ ปุณโณทก (2530) กล่าวว่า ความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะได้รับนั้นมี 3 ประการ คือ

1. ความรู้ในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้ในเรื่องราว หรือกฎเกณฑ์ของธรรมชาติ และเป็นความรู้ที่มุ่งให้นำไปใช้หรือนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอีกด้วย
2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ในระเบียบวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนจะต้องฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และการสรุปผล ฯลฯ
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดความรู้สึก และพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเชื่อในเหตุและผล และเชื่อในกระบวนการแสวงหาความรู้ตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การศึกษาวissenschaftจะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ ตลอดจนผู้เรียนรู้จักนำเอาความสามารถของคนด้านวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต ได้แก่ การดูแลสุขภาพอนามัยของร่างกาย การพัฒนาอารมณีย์และสังคม การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และการพัฒนา

ทักษะในการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ได้ตลอดชีวิต การแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ การพัฒนาอาชีพ และประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพ ซึ่งจะช่วยให้เศรษฐกิจดีขึ้น จะเห็นได้ว่าการศึกษาวិทยาศาสตร์ นอกจากมุ่งให้ผู้เรียน เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจแล้ว ยังมุ่งให้มีศักยภาพทางเศรษฐกิจ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประกอบการทำงานช่วยตนเองและสังคมได้ ซึ่งจะส่งผลให้ประเทศมีการพัฒนาในด้านสังคม เศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีต่อไป

การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระบบการศึกษานั้น ผู้มีส่วนในการกำหนดทิศทาง และการดำเนินการให้การศึกษาในด้านนี้บรรลุเป้าหมาย ประกอบด้วย บุคลากรที่ทำหน้าที่พัฒนาหลักสูตร ผู้บริหารการศึกษา และครูผู้สอน ตลอดจนบุคลากรด้านการผลิตและพัฒนาสื่อการสอนและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะต้องอาศัยหลักสูตร เป็นเครื่องมือในการดำเนินการจัดการศึกษาดังกล่าว สมิตร์ คุณานุกร (2523) ได้กล่าวถึง ความหมายของหลักสูตรระดับชาติว่า หลักสูตรหมายถึง โครงการให้การศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนด้านความรู้และประสบการณ์ และความหมายของหลักสูตรในระดับโรงเรียน หมายถึง โครงการที่ประมวลความรู้และประสบการณ์ทั้งหลายที่โรงเรียนจัดให้กับนักเรียน ไม่ว่าจะ เป็นภายในหรือภายนอกโรงเรียนก็ตาม เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาไปตามความมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ดังนั้น หลักสูตรจึงเป็นข้อกำหนดต่าง ๆ ในการจัดการศึกษา เพราะหลักสูตรจะกำหนด จุดหมาย หลักการ โครงสร้าง จุดประสงค์ของรายวิชา วิธีการดำเนินการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรม ตลอดจนการวัดและการประเมินผลนักเรียน สำหรับการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 กำหนดจุดประสงค์หลักสูตรวิद्यาศาสตร์ ไว้ดังนี้

จุดประสงค์หลักสูตรวิद्यาศาสตร์ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบ เขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

4. เพื่อให้เกิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความ เข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการพัฒนาคุณภาพชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2531)

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย ความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นความจริง ซึ่งมีการค้นคว้าและทดสอบยืนยันมาแล้ว แต่ก็ยังเป็นความจริงที่ไม่สมบูรณ์ที่สุด เมื่อความรู้ต่าง ๆ ได้ถูกค้นพบมากขึ้น สิ่งที่เคยเป็นที่ยอมรับในอดีต อาจจะไม่เป็นที่ยอมรับในระยะ เวลาต่อมา ด้วยเหตุนี้นักวิทยาศาสตร์ทุกยุคทุกสมัย จึงต้องทำการค้นคว้าอยู่ตลอดเวลา จนทำให้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มีมากมาย ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้เรื่องราวของวิทยาศาสตร์ทั้งหมดได้ในเวลา จำกัด ดังนั้น ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากผู้เรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อเท็จจริง มโนทัศน์ ทฤษฎี กฎ หลักการ และสมมติฐานแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ และสามารถแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ได้ตลอดเวลาและทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมได้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีการฝึกฝนและพัฒนาทักษะ พร้อมกับการศึกษาด้านความรู้ ซึ่งทักษะดังกล่าวได้แก่ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จะต้องมีความสามารถในการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินชีวิต ประจำวัน นำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนาอาชีพ และท้ายสุด ผู้เรียนวิทยาศาสตร์ จะต้องมีความสนใจใฝ่รู้ สนุกเพลิดเพลิน แสดงออกในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และมีความ พยายามใฝ่รู้ในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าจุดประสงค์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ได้กำหนดวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนมีการพัฒนาครบในทุกด้าน

ความหมายและความสำคัญของคู่มือครู

มาลินี พลประการ และสุระ ตามาพงษ์ (2631) ได้ให้ความหมายของคู่มือครู สรุปได้ว่า คู่มือครู หมายถึง หนังสือสำหรับผู้สอนในการใช้หนังสือเรียนเล่มใดเล่มหนึ่ง ประกอบ ไปด้วยจุดประสงค์ของรายวิชา เนื้อหาตามหลักสูตรและเนื้อหาที่ครูควรเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน วิธีสอน อุปกรณ์การสอน และวิธีวัดผล

พริ้มเพรา คงชนะ (2527) ได้กล่าวถึงคู่มือครูว่า คู่มือครูมีความสำคัญ และจำเป็นสำหรับครูผู้สอนมากที่สุด เพราะจะทำให้ทราบถึงจุดประสงค์ วิธีการจัดกิจกรรม ข้อเสนอแนะ ความรู้สำหรับครู หนังสืออ้างอิง ฯลฯ ซึ่งถือเป็นแนวทางสำหรับครูในอันที่จะนำไปให้นักเรียนปฏิบัติ

ปรีชา วงศ์ศิริ (2527) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของหนังสือเรียนและคู่มือครูในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่า "หนังสือเรียนและคู่มือครูนับ เป็นสื่อการเรียนการสอนที่เป็นส่วนประกอบสำคัญยิ่งส่วนหนึ่งของหลักสูตร เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้หลักสูตรบรรลุผลตรงตามจุดหมายที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพราะถ้าปราศจากหนังสือเรียนและคู่มือการสอนเสียแล้ว นักเรียนและครูก็ไม่อาจทราบได้ว่า จะดำเนินการเรียนการสอนเนื้อหาในส่วนที่เป็นความรู้ให้ละเอียด กว้างขวาง และลึกซึ้งเพียงใด และอย่างไร และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการอย่างไร จึงจะเป็นไปตามหลักการและได้ผลตามจุดหมายที่วางไว้"

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531) กล่าวว่า คู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีไว้เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการสอนของครูในแต่ละบทเรียน คือประกอบไปด้วย

1. จุดประสงค์การเรียนรู้
2. ตารางลำดับแนวความคิดต่อเนื่องภายในบท
3. สรุปแนวความคิดที่สำคัญภายในบท
4. กำหนดจำนวนชั่วโมงเรียนโดยประมาณ
5. แนะนำวิธีสอนแต่ละหัวข้อ ซึ่งรวมถึงตั้งแต่
 - การเตรียมล่วงหน้า
 - การนำเข้าสู่บทเรียน
 - การอภิปรายก่อนการทดลอง
 - ตัวอย่างผลการทดลอง
 - การอภิปรายหลังการทดลอง

6. สรุปความคิดรวบยอด หรือหลักการในแต่ละหัวข้อ หรือกิจกรรมที่เด่นชัดขึ้น
7. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมต่าง ๆ เกี่ยวกับการดำเนินการสอน
8. ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู
9. คำตอบแบบฝึกหัดท้ายบท

คู่มือครู จะมีรายละเอียดเพื่อช่วยให้ครูได้ดำเนินการสอนตรงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับครู เพื่อช่วยให้ครูได้ทราบแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้ได้ผลบรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตรที่กำหนดไว้ได้

ความสำคัญและความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ดังได้กล่าวข้างต้นแล้วว่า ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์นั้น มิได้มีแต่เนื้อหาวิชาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังประกอบไปด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้อีกด้วย ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เปรียบเสมือน เครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วรากรณ์ ชัยโอภาส (2521) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สรุปว่า การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ จะเป็นการช่วยพัฒนาความคิดรวบยอด และหลักการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ ดังนั้น ในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและฝึกฝนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ได้ตลอดไป

ความหมายของคำว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้ คือ

พจน์ สะเพียรชัย (2517) มีความเห็นว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหลาย เป็นทางผ่านของความรู้ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ
2. ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือ เพื่อหาความรู้ หรือข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพถูกต้อง และเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการทดลอง ตลอดจนรู้จักรักษาเครื่องมือที่ใช้แล้วให้อยู่ในสภาพที่ดี รวมทั้งรู้จักวิธีการรักษาความปลอดภัยของตนเอง เมื่อใช้เครื่องมือ และความปลอดภัยของเครื่องมือด้วย
3. ทักษะการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย เมื่อนักเรียนสังเกตและใช้เครื่องมือ วัดแล้วต้องรู้จักจดบันทึก ตลอดจนสามารถถ่ายทอดข้อมูลให้มีความหมายและจัดระยะหรือวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อการแปลความหมายให้ชัดเจน
4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล คือ ทักษะในการนำข้อมูลที่จดบันทึกได้มาจัด ระบบเสียใหม่ เพื่อให้มีความหมายและง่ายแก่การเข้าใจ
5. ทักษะในการแปลความหมายข้อมูล และการสรุป หมายถึง ความสามารถในการ ตีความ ขยายความ และสรุปผลจากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้ว ให้เป็นภาษาที่รัดกุม ถูกต้อง ไม่ คลุมเครือ
6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิด เพื่อเดาคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลองหรือพิสูจน์ โดยการค้นคว้าทดลอง
7. ทักษะในการออกแบบแผนและดำเนินการทดลอง หมายถึง ทักษะในการ วางแผนการทดลอง และควบคุมการทดลองได้อย่างเหมาะสม เลือกแบบแผนการทดลองได้ดี สะดวกในการปฏิบัติ ง่ายแก่การดำเนินการตลอด ทั้งประหยัดเวลา กำลัง และเงินทอง

8. ทักษะในการคิดคำนวณ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ มักเป็นตัวเลข จึงมีความจำเป็นที่นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดคำนวณ เพื่อวิเคราะห์ ข้อมูลให้ได้มา ซึ่งคำตอบหรือการแก้ปัญหาของการทดลอง

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะมองเห็น ความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เช่น ทิศทาง ขนาด รูปทรง พื้นที่และเวลา เป็นต้น

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ซึ่งมี 13 ทักษะ ดังนี้คือ

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ หลายอย่างรวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลทางวัตถุ หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิด เห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในด้านต่อไปนี้

2.1 เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้อย่าง เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 ใช้เครื่องมือที่ วัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง แม่นยำ และ รวดเร็ว

2.3 อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความเป็นจริง พร้อมกับมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หารและหาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสอง หรือถอดราก เป็นต้น

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง กระบวนการที่ใช้จำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการศึกษาและจดจำสิ่ง เหล่านั้น โดยอาศัย เกณฑ์ในการจำแนก

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการกระทำ ดังต่อไปนี้

- 5.1 วาดรูป 3 มิติของวัตถุธรรมดาได้
 - 5.2 ชี้บ่งและบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ และระนาบสมมาตรของรูป 3 มิติได้
 - 5.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติได้
 - 5.4 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาในกระจก ว่าเป็นซ้ายและขวาของกันและกัน อย่างไร
 - 5.5 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่ง กับอีกวัตถุหนึ่งได้ คือ บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
 - 5.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา คือ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา
6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่มีอยู่ อย่างมีเหตุมีผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีนี้อาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง
7. ทักษะการสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด หรือการทดลองหรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ในทางวิทยาศาสตร์อาจทำได้หลายรูปแบบดังนี้
- 7.1 คำพูด หรือคำบรรยาย หมายถึง ข้อความที่รัดกุม ชัดเจนที่แสดงความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับแง่เหตุและผล
 - 7.2 สัญลักษณ์ หมายถึง ตัวอักษร หรือ เครื่องหมายที่ตกลงกันไว้ เพื่อแทนข้อความบางอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้รัดกุม สละสลวยและง่ายต่อการเข้าใจยิ่งขึ้น
 - 7.3 สมการทางวิทยาศาสตร์
 - 7.4 ไดอะแกรม เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในแผนภาพ
 - 7.5 แผนที่
 - 7.6 แผนภาพหรือรูปภาพ
 - 7.7 แผนภูมิแท่งและแผนภูมิวง

7.8 ตาราง

7.9 กราฟ

8. ทักษะการทำนาย หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือหลักการ กฎ ทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยการทำนาย อาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล และภายนอกขอบเขตข้อมูล

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การกำหนดข้อความที่เป็นไปได้ที่ตั้งขึ้นโดยยังไม่มีผลการทดสอบรับรอง แต่จะใช้ข้ออธิบายปัญหาที่พบได้ หรือจะใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้

10. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การให้ความหมายหรือคำจำกัดความของคำ ซึ่งเป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่าย ๆ ชัดเจน และไม่กำกวม โดยคำนิยามเชิงปฏิบัติการมีสาระสำคัญ คือ ระบุสิ่งที่จะสังเกต และระบุการกระทำ ซึ่งอาจได้จากการวัด ทดสอบ หรือจากการทดลอง

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการแยกเป็นประเภทและชี้บ่งตัวแปรต่าง ๆ ได้ว่าเป็นตัวแปรประเภทใด

12. ทักษะการทดลอง เป็นกระบวนการออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น

13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล หมายถึง ความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายข้อมูลในเชิงสถิติ ส่วนการสรุปผลหมายถึง การนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (อ้างใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531) ได้สรุปว่า วิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้นหาแบบแผนที่แน่นอนที่จะยึด เป็นรูปแบบทั่วไปไม่ได้ แต่สามารถที่จะวิเคราะห์ขั้นตอนในการทำงานที่เรียกว่า กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ได้ และพบว่า มีทั้งหมด 13 กระบวนการด้วยกัน การจะเลือกใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาจำนวนเท่าใด และจะเริ่มจากกระบวนการใดนั้นเป็นอิสระของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน กระบวนการวิทยาศาสตร์ 13 กระบวนการนั้น เป็นกระบวนการพื้นฐาน (basic processes) 8 กระบวนการและกระบวนการผสมผสาน (integrated processes) 5 กระบวนการดังนี้

กระบวนการพื้นฐาน ได้แก่

1. การสังเกต (observing)
2. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา(using space/time relationship)
3. การจำแนกประเภท (classifying)
4. การคำนวณ(using numbers)
5. การวัด(measuring)
6. การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย (communicating)
7. การพยากรณ์ (predicting)
8. การลงความคิด เห็น เชิงการอธิบาย (inferring)

กระบวนการผสมผสาน ได้แก่

9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (controlling variables)
10. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปรวมทั่วไป(interpreting data)
11. การสร้างสมมติฐาน(formulating hypothesis)
12. การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ(defining operationally)
13. การทดลอง(experimenting)

ส่ววัฒน์ นิยมคำ (2531) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิด เป็นกระบวนการทางปัญญา (intellectual skills) ฉะนั้น จึงเป็นกระบวนการใช้แก้อันปัญหา ในการสอนวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องฝึกฝนให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทักษะดังกล่าวมีความหมายดังต่อไปนี้

1. การสังเกต หมายถึง กระบวนการที่ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน และอาจใช้เครื่องมือช่วยในการสังเกตด้วย โดยเข้าไปสัมผัสโดยตรง และทันทีกับวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ ตรงตามความเป็นจริง โดยไม่มีการใส่ความคิดเห็นใด ๆ ของผู้สังเกตลงไปด้วย

2. การวัด หมายถึง กระบวนการที่ใช้เครื่องมือสำหรับวัด ไปทำการวัดหาปริมาณที่แน่นอนของสิ่งที่เราสังเกต หรือที่ต้องการวัดออกมา เป็นตัวเลขจำนวนที่มีหน่วยเปรียบเทียบได้

3. การคำนวณ หมายถึง การนำเอาตัวเลขที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเพื่อให้ได้ค่าใหม่ ซึ่งจะมีความหมายต่อการนำไปใช้ต่อไป การจัดกระทำระหว่างตัวเลขอาจจะเป็นการบวก การลบ การคูณ การหาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดกรณฑ์ เป็นต้น

4. การจำแนกประเภท หมายถึง กระบวนการที่จัดวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งนี้ อาจถือตามลักษณะแห่งความเหมือน ความสัมพันธ์ภายใน หรือประโยชน์ใช้สอย อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นหลัก

5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับมิติของวัตถุ และมิติของวัตถุกับเวลา หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูง มวล และเวลา เช่น การบอกรูปทรงของวัตถุ การบอกมิติของรูปที่เห็นได้ การบอกภาวะสมมาตรของรูป 2 มิติ เมื่อพับครึ่ง การบอกภาวะสมมาตรของรูป 3 มิติ เมื่อผ่าครึ่งได้ การบอกความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับเวลา การบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของพืชกับเวลาที่เปลี่ยนแปลง การบอกความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา เป็นต้น

6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง การสำรวจ มาจัดกระทำใหม่ เพื่อจะถ่ายทอดให้บุคคลอื่นเข้าใจ เช่น การจัดเป็นตาราง แผนผัง แผนที่ วงจร แผนภูมิ เป็นต้น

7. การลงความคิดเห็นเชิงการอธิบาย หมายถึง การพิจารณาข้อมูลเพื่อจะหาความหมายโดยใช้สมองและประสบการณ์เดิม เป็นเครื่องมือ การลงความคิดเห็น เป็นกิจกรรมของปัญญา และเป็นทรรศนะส่วนตัวของแต่ละคน การลงความคิดเห็นต่อข้อมูลเดียวกัน อาจมีได้หลายอย่าง

8. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การกำหนดข้อแถลงแบบสรุปรวม เชิงหลักการทั่วไป เพื่อใช้อธิบายปัญหาที่เราต้องการหาคำตอบ ข้อแถลงที่คาดว่าจะแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์นั้น ๆ ด้วยการสร้างขึ้นมาจากพื้นฐานของข้อมูลที่อยู่เพียงเล็กน้อยในปัญหาหนึ่ง อาจมีได้หลายสมมติฐาน ซึ่งจะต้องทำการทดสอบเพื่อยืนยันความเป็นจริงต่อไป

9. การตีความหมายและลงข้อสรุปรวมทั่วไป หมายถึง การสรุปข้อความจากข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกตหลาย ๆ ครั้ง ซึ่งอาจจะ เป็นการสรุปภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ หรือการสรุปนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

10. การพยากรณ์ หมายถึง การคาดเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่พบในปัจจุบัน เป็นตัวบอกเหตุ และใช้หลักการทั่วไปหรือประสบการณ์เดิมที่เคยพบมาแล้ว เป็นเครื่องมือในการคาดเหตุการณ์

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

12. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายของคำต่าง ๆ ให้ชัดเจนไม่กำกวม ซึ่งสามารถนำไปปฏิบัติ โดยสามารถสังเกตและวัดได้

13. การทดลอง หมายถึง การออกแบบการทดลอง ซึ่งได้แก่ การกำหนดปัญหา วัตถุประสงค์การทดลองและวิธีการทดลอง การบันทึกผลการทดลองและการสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531) ได้จำแนกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 13 ทักษะ และให้ความหมายและขอบเขตของแต่ละทักษะไว้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตแล้ว มีดังนี้คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (measurement) หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัดแล้ว มีดังนี้คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือก เครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท (classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทแล้ว มีดังนี้ คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้ เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (space/space relationship and space/time relationship)

สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และ ความสูง

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซแล้ว มีดังนี้คือ

- 4.1.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 4.1.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.1.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
- 4.1.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ ได้
- ระบรูปร่าง 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
 - เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา
 - เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น
 - บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
- 4.1.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้
- 4.1.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 4.1.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับ เวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับ เวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับ เวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับ เวลาแล้วมีดังนี้คือ

- 4.2.1 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับ เวลาได้
- 4.2.2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับ เวลาได้

5. ทักษะการคำนวณ (using numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรืออื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณแล้ว มีดังนี้คือ

5.1 การนับ ได้แก่ นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.2 การคำนวณ ได้แก่ บอกวิธีคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้อง และแสดงวิธีคิดคำนวณได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communications) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ เขียนและบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแล้ว มีดังนี้คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใด ด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัดจน

สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิด เห็นจากข้อมูลแล้ว คือ อธิบายหรือสรุปโดย เพิ่มความคิด เห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (prediction) หมายถึง การสรุปค่าตอบล่วงหน้า ก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุปการพยากรณ์ ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์แล้วมีดังนี้คือ

- 8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลเป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
- 8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- 8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาค่าตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาค่าตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน แล้วคือ หาค่าตอบล่วงหน้า ก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานของการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการคือ การกำหนดความหมายของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรได้คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือตรวจสอบสมมติฐานตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอนคือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลองแล้ว มีดังต่อไปนี้คือ

1. ออกแบบการทดลองโดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่อยู่

การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะฯ อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปแล้ว มีดังต่อไปนี้

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เคชะคุปต์ (2532) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางปัญญา ที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 13 ทักษะ ทักษะที่ 1 - 8 เป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่ 9-13 เป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นผสม และความหมายของแต่ละทักษะ มีดังนี้

1. การสังเกต (observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นโดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ประกอบด้วย การชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณและบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือ นั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัดแสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การแบ่งพวกของสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ นอกจากนั้นสามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ นอกจากนั้นสามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเองพร้อมทั้งบอกได้ว่า ผู้อื่นแบ่งพวกของสิ่งนั้นโดยใช้อะไร เป็นเกณฑ์

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (using space/time Relationships)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไป แล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ได้แก่ การชี้บ่งรูป 2 มิติ และ 3 มิติได้ สามารถวาดภาพ 2 มิติ จากวัตถุ หรือ จากภาพ 3 มิติได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ การบอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่น เป็นเกณฑ์ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

5. การใช้ตัวเลข (Using numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง เช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ตัดสินใจว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน เป็นต้น การคำนวณ เช่น บอกวิธีคำนวณคิดคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณได้อย่างถูกต้อง และประการสุดท้ายคือ การหาค่าเฉลี่ย เช่น การบอกและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง

6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communicating) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น โดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม บอกเหตุผลในการเสนอข้อมูล ในการเลือกแบบเสนอข้อมูลนั้น การเสนอข้อมูลอาจกระทำได้หลายแบบ ดังที่กล่าวมาแล้วโดยเฉพาะการเสนอข้อมูลในรูปของตารางการบรรจุข้อมูลให้อยู่ในรูปของตาราง ปกติจะใส่ค่าของตัวแปรอิสระไว้ทางซ้ายมือของตารางและค่าของตัวแปรตามไว้ทางขวามือของตาราง โดยเขียนค่าของตัวแปรอิสระไว้ที่เรียงลำดับจากค่าน้อยไปหามาก หรือจากค่ามากไปหาค่าน้อย

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้คือ การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูล โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (predicting) หมายถึง การคาดคะเนค่าตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งทำได้สองแบบคือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์นอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น การทำนายผลของข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

9. การตั้งสมมติฐาน (formulating hypotheses) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานคือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามีกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนสมมติฐานหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐานคือ การบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตามและในการตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรตัวไหนเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในการตั้งสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

12. การทดลอง (experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ชั้น คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสมพร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าของตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

ในการทดลองแต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ สามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปรในการทดลองว่า ตัวแปรใด เป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่ถูกควบคุมในการทดลองหนึ่ง ๆ จะต้องมีตัวแปรตัวหนึ่งเท่านั้นที่มีผลต่อการทดลอง และเพื่อให้แน่ใจว่าผลที่ได้เกิดจากตัวแปรนั้นจริง ๆ จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรอื่นไม่ให้มีผลต่อการทดลอง ซึ่งเรียกตัวแปรนี้ว่าตัวแปรที่ถูกควบคุม

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion) การตีความหมายของข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการลงข้อสรุปคือ บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ถ้ากราฟเป็นเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง หรือถ้าลากกราฟเป็นเส้นโค้งให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะ เปลี่ยนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้ง เปลี่ยนทิศทางแล้ว

Sund and Trowbridge (1967) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่ควรจะนำไปสอนให้แก่นักเรียน ซึ่งมี 5 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. ทักษะการหาความรู้ (acquisivity skills) ได้แก่ ทักษะการสังเกต การค้นคว้า การสอบถาม การสืบสวน การรวบรวมข้อมูล และการวิจัย
2. ทักษะการจัดระบบ (organizational skills) ได้แก่ การบันทึกข้อมูล การเปรียบเทียบความเหมือน-ความแตกต่าง การจัดจำแนก การเรียงอย่างมีระเบียบ การเขียนโครงการ การประเมินผลและการวิเคราะห์
3. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (creativity skills) ได้แก่ การวางแผน การออกแบบการทดลอง การประดิษฐ์ การสังเคราะห์
4. ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (manipulative skills) ได้แก่ ทักษะการใช้เครื่องมือ การระวังรักษาเครื่องมือ การซ่อมแซมเครื่องมือ การสาธิต และการทดลอง
5. ทักษะการสื่อความหมาย (communicative skills) ได้แก่ ทักษะการบรรยาย การอภิปราย การเขียนรายงาน การวิพากษ์วิจารณ์ ตลอดจนความสามารถในการสื่อสารกับผู้อื่นได้ด้วยความเข้าใจ

Kuslan & Stone (1968) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การปฏิบัติการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific-operations) ซึ่งประกอบด้วย ทักษะต่าง ๆ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (observation)
2. ทักษะการวัด (measurement)
3. ทักษะการทดลอง (experimentation)
4. ทักษะการบรรยาย (description)
5. ทักษะการลงข้อสรุปทั่วไป (generalization)
6. ทักษะการคิด เหตุผลเชิงอนุมาน (deduction)

Klopfers (1971) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 การสังเกตและการวัด เป็นชั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ชั้นที่ 2 การมองเห็นปัญหาและแนวทางในการหาคำตอบ ซึ่งประกอบด้วย การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลอง และทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ชั้นที่ 3 การแปลผลจากข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลอง มาหาความสัมพันธ์และแปลความหมาย เพื่อสรุปเป็นกฎ หลักการ หรือโมเดล

ชั้นที่ 4 การสร้างและตรวจสอบทฤษฎีที่สร้าง เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือสาเหตุของปัญหานั้น ๆ

Okey and Field (1973) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญไว้ 10 ประเภท คือ

1. การกำหนดตัวแปร (identifying variables) คือความสามารถที่จะบอกได้ว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ (independent variable) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (dependent variable)

2. การสร้างตารางข้อมูล (constructing a table of data) คือความสามารถในการสร้างตารางข้อมูลจากการทดลองได้อย่างถูกต้อง ในการสร้างตารางข้อมูลนั้น ส่วนมากนิยมขึ้นต้นด้วยตัวแปรอิสระแล้วค่อยมาจึงเป็นตัวแปรตาม และนิยมจัดเรียงลำดับตัวเลขจากค่าน้อยไปหาค่ามาก

3. การเขียนกราฟ (constructing a graph) คือความสามารถในการเขียนกราฟจากคำอธิบาย หรือจากตารางข้อมูล หรือจากการทดลอง ซึ่งในการเขียนกราฟ นิยมให้ตัวแปรอิสระอยู่บนแกน x และตัวแปรตามอยู่บนแกน y

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (describing relationship between variables) คือความสามารถในการลากเส้นที่เหมาะสมที่สุด (best-fit line) บนกราฟและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

5. การรวบรวมและจัดกระทำกับข้อมูล (acquiring and processing your own data) คือความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง แล้วนำมาเขียนกราฟ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลอง

6. การวิเคราะห์กระบวนการของการทดลอง (analyzing investigations) คือความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการทดลอง การบ่งชี้สมมติฐานที่จะทดสอบ เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น

7. การตั้งสมมติฐาน (Constructing hypothesis) คือ สามารถที่จะตั้งสมมติฐานเมื่อกำหนดปัญหาให้ หรือความสามารถในการคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ

8. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ (defining variables operationally) คือความสามารถในการให้ความหมายหรือกำหนดขอบเขตของตัวแปรต่าง ๆ ได้ นั่นคือ การกำหนดลงไปว่า ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในการทดลองนั้นจะสามารถวัดและทดสอบได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง (designing investigations) คือความสามารถในการออกแบบการทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมติฐานมาให้ ในการออกแบบการทดลองประกอบในการออกแบบการทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมติฐานมาให้ ในการออกแบบการทดลองประกอบด้วย

9.1 การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

9.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก

9.3 การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การทดลอง (experimenting) คือความสามารถในการตั้งสมมติฐานของการทดลองและดำเนินการทดลองตามแบบ เพื่อรวบรวมข้อมูลนำไปใช้ในการพิสูจน์สมมติฐานของปัญหาที่กำหนดให้

การวิเคราะห์เนื้อหา

การวิเคราะห์ คือ การให้ความสนใจต่อรายละเอียด มีวิธีการใช้เกณฑ์เข้ามาวัดจำแนกสิ่งที่เราต้องการรู้จักให้แจ่มชัดขึ้น การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา จำเป็นจะต้องมีจุดประสงค์ที่จะทำการวิเคราะห์อย่างชัดเจนและแน่นอน เพื่อจะได้เลือกใช้เกณฑ์ในการวิเคราะห์นั้นอย่างถูกต้องเหมาะสม (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2527)

การวิเคราะห์ได้นำมาใช้ประโยชน์ในวงการศึกษา โดยได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์หลักสูตร การวิเคราะห์หนังสือต่าง ๆ ซึ่งได้วิเคราะห์เกี่ยวกับเนื้อหาที่ปรากฏในหนังสือเรียนหรือหลักสูตรเพื่อประเมินค่าปรับปรุง

ศักดิ์ศรี ปาณะกุล (2521) ได้กล่าวถึง วิธีการดำเนินงานในการวิเคราะห์หนังสือเรียนเป็นลำดับขั้นตอน สรุปได้ดังนี้คือ

1. ตั้งวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ โดยผู้วิเคราะห์จะต้องตั้งวัตถุประสงค์ว่าต้องการวิเคราะห์หนังสือเรียนในเรื่องอะไร แ่งใด และจะได้ประโยชน์อย่างไรบ้างในการวิเคราะห์
2. ผู้วิเคราะห์จำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์หนังสือเรียน จากหนังสือต่าง ๆ ตลอดจนผลงานวิจัย เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการวิเคราะห์
3. การสำรวจหนังสือเรียนที่จะใช้ในการวิเคราะห์ โดยผู้วิเคราะห์จะต้องสำรวจดูว่ามีหนังสือเรียนอยู่ที่เล่ม อะไรบ้าง
4. ตั้งเกณฑ์ในการวิเคราะห์ โดยผู้วิเคราะห์กำหนดเกณฑ์และวางขอบข่ายของการวิเคราะห์
5. เลือกวิธีวิเคราะห์ โดยวิธีวิเคราะห์อาจแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี
 - 5.1 วิเคราะห์ด้วยตนเอง
 - 5.2 วิเคราะห์ด้วยการตั้งกรรมการ
 - 5.3 วิเคราะห์ด้วยการส่งแบบสอบถาม
6. สร้างเครื่องมือในการวิเคราะห์
7. การสุ่มตัวอย่างประชากรและเก็บข้อมูล
8. วิเคราะห์ข้อมูล
9. นำเสนอข้อมูล

โกวิท ประวาลพุกษ์ (2525) ได้เสนอขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหาสรุปได้
ดังนี้

1. กำหนดเอกสารที่จะทำการวิเคราะห์ เช่น เล่มใด เรื่องใด
2. กำหนดหัวใจในการวิเคราะห์ เช่น ตรวจสอบดูว่า ส่งเสริมจริยธรรมใดบ้าง ส่งเสริมกระบวนการวิทยาศาสตร์ใด เชื่อมต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้มากเพียงใด ซึ่งเป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์นั่นเอง
3. กำหนดใจความสำคัญที่เป็นบรรทัดฐานหรือ เกณฑ์ในการวิเคราะห์
4. ทดลองใช้เกณฑ์ที่จัดทำขึ้นในข้อ 3 แล้วตรวจสอบหาความเชื่อมั่น
5. ดำเนินการวิเคราะห์ตามเกณฑ์ โดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ โดยการ
แจกนับ ซึ่งอาจทำทั้ง เล่มหรือ เลือกลุ่มก็ได้
6. เมื่อวิเคราะห์ได้แล้วก็ดำเนินการใช้สถิติวิเคราะห์ แล้วดำเนินการเขียน
รายงานต่อไป

อุทุมพร จามรมาน (2531) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์เนื้อหา สรุปได้ว่า การ
วิเคราะห์เนื้อหาเป็นวิธีการเฉพาะที่มีกระบวนการที่เป็นระบบ มีเอกลักษณ์เฉพาะ โดยพัฒนา
มาจากการวิเคราะห์เนื้อหา หนังสือพิมพ์ โฆษณา วรรณคดี ฯลฯ ซึ่งมีตัวอย่างการวิเคราะห์
เนื้อหา เช่น การวิเคราะห์บทสนทนาของบุคคลสำคัญ การวิเคราะห์ตำราเรียน การวิเคราะห์
บทบรรณาธิการ การวิเคราะห์รายการข่าว ฯลฯ การวิเคราะห์เนื้อหาต้องมีการกำหนด
วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ให้ชัดเจนว่าต้องการอะไร เพื่ออะไร ผลการวิเคราะห์เนื้อหา
ต้องได้รับการตรวจสอบ ทั้งในแง่ความเที่ยงและความตรง

Berelson (1971) ได้กล่าวถึง การวิเคราะห์เนื้อหาว่าเป็นเทคนิควิธีในการวิจัย
ที่จะบรรยายถึงจุดมุ่งหมาย ระบบและปริมาณของเนื้อหาที่ปรากฏอยู่ในสื่อมวลชน การใช้การ
วิเคราะห์เนื้อหาก็คือเพื่อวิเคราะห์รูปลักษณะของเนื้อหาในทางสื่อมวลชน ในด้านสาเหตุที่มาและ
ผลของเนื้อหานั้น ๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการหาแนวโน้มของเนื้อหาในการสื่อสารมวลชนในแต่ละ
ยุค รวมทั้งดูแนวความคิดเห็นต่าง ๆ ว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด

Kerlinger (1986) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์เนื้อหาว่าเป็นวิธีการศึกษาและวิเคราะห์สื่อมวลชน โดยตั้งวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน กำหนดเนื้อหาที่จะนำมาวิเคราะห์ และจำแนกเนื้อหาออกเป็นประเภทย่อย ๆ แล้วกำหนดหน่วยของการวิเคราะห์เพื่อสะดวกในการแจกแจง เลือกวิธีที่จะทำการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถดำเนินการวิเคราะห์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ การวิเคราะห์ด้วยตนเอง วิเคราะห์โดยตั้งกรรมการและวิเคราะห์โดยการส่งแบบสอบถามไปยังผู้ใช้หนังสือ ในการวิเคราะห์เนื้อหา ผู้วิเคราะห์จะต้องสร้าง เกณฑ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์เพื่อรายงานปริมาณเนื้อหาที่ต้องการวิเคราะห์ และสรุปออกมาในรูปของตัวเลข เช่น ร้อยละ

สรุปได้ว่า การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นวิธีการดำเนินงานที่มีวัตถุประสงค์ชัดเจน มีระบบในการดำเนินงานเป็นขั้นตอน เพื่อหาปริมาณของเนื้อหาที่ต้องการศึกษาในเอกสาร หรือหนังสือออกมาในรูปของตัวเลขสถิติ ซึ่งผลการวิเคราะห์จะต้องผ่านการตรวจสอบในแง่ของ ความตรงและความเที่ยง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

กิ่งแก้ว คูอมรพัฒนา (2524) ได้วิเคราะห์แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 2 เล่ม พบว่า แบบเรียนดังกล่าวมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ครบทั้ง 13 ทักษะ โดยมีอย่างน้อยแตกต่างกัน ทักษะที่มีปรากฏในแบบเรียนมากที่สุด คือ ทักษะการสังเกต คิดเป็นร้อยละ 21.37 ของทักษะทั้งหมด และทักษะการกำหนดนิยามเข้าปฏิบัติการ มีปรากฏน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.70 ของทักษะทั้งหมด

ดวงกมล เหมะรัต (2524) ได้วิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในหนังสือแบบเรียนชีววิทยาทั้ง 4 เล่ม (เล่ม 1-4) มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 13 ทักษะ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏมากที่สุด คือ ทักษะการสังเกต คิดเป็นร้อยละ 26.54 รองลงมาคือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คิดเป็นร้อยละ 23.80 และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่ปรากฏน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.46 ของทักษะทั้งหมด นอกจากนี้ยังพบว่า มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมากกว่าขั้นผสม

สมบูรณ์ กมลวรรณ (2529) ได้สำรวจประเภททักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 14 เล่ม พบว่า มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ครบทุกทักษะ แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายเล่มพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนทุกเล่มมีเพียง 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การคำนวณ การวัด การสื่อความหมาย การพยากรณ์ การลงความคิดเห็น จากข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏมากที่สุดคือ การสังเกต รองลงมาคือ การวัด และทักษะที่ปรากฏน้อยที่สุด คือ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพทุกเล่ม มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมากกว่าทักษะขั้นบูรณาการ

ช่วงชัย ทาเวียง (2532) ได้วิเคราะห์หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 5 และ 6 ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผลการวิเคราะห์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่า หนังสือเรียน มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ครบทั้ง 13 ทักษะ โดยมีมากน้อยต่างกัน ทักษะที่มีปรากฏมากที่สุด คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คิดเป็นร้อยละ 33.47 ของทักษะทั้งหมด และ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ที่ปรากฏน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.56 ของทักษะทั้งหมด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ชำนาญ เขาวีรดิพงษ์ (2522) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2522 โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 360 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2522) ได้ทำการวิจัยศึกษาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร และในเขตการศึกษา 3 เขตการศึกษา 5 เขตการศึกษา 8 เขตการศึกษา 9 และเขตการศึกษา 12 จำนวนทั้งสิ้น 12 โรงเรียน และนักเรียนจำนวน 1,344 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนแต่ละระดับชั้นมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาตามระดับชั้นพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทางทักษะสูงขึ้นตามระดับชั้น ทั้งตอนต้นและตอนปลายปีการศึกษา และเมื่อพิจารณาเฉพาะระดับชั้นในช่วงหลังปีการศึกษา พบว่า นักเรียนแต่ละชั้นมีพัฒนาการทางทักษะสูงขึ้น จึงอาจสรุปได้ว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้นสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้

รุจี โรจนประศาสน์ (2523) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์ในทางบวก โดยกลุ่มที่มีทักษะทางการวิทยาศาสตร์สูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย

พภามาศ วรานุสันติกุล (2524) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามการประเมินของครู ซึ่งกลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิงและชายไม่แตกต่างกัน

สุรพงษ์ วงศ์ศิริรักษ์ (2527) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ ทักษะคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดเลย จำนวน 240 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 39.14 ร้อยละ 49.22 และร้อยละ 70.29 ตามลำดับ นักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทักษะคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ส่วนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับทักษะคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับทักษะคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันน้อย

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 400 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

จินตนา อามระดิษ (2528) ได้ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนรัฐบาลระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 240 คน ผลการวิจัยพบว่า ครูมีปัญหาในการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเฉลี่ยรวมทุกด้านคือ ด้านตัวครูผู้สอน ด้านตัวนักเรียน ด้านอุปกรณ์การสอน และด้านประเมินผลการเรียนการสอนอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาแยกแต่ละด้านแล้วพบว่า เรื่องที่ครูมีความคิดเห็นว่ามีปัญหาอยู่ในระดับมาก สรุปได้ดังนี้

ด้านตัวครูผู้สอน เรื่องนี้มีปัญหาอยู่ในระดับมาก ได้แก่ การดูแลนักเรียนอย่างทั่วถึง ในการทำการทดลอง เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ครูมีเวลาไม่เพียงพอในการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน ครูขาดความเข้าใจในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ด้านตัวนักเรียน เรื่องที่มีปัญหาอยู่ในระดับมาก ได้แก่ จำนวนนักเรียน นักเรียนขาดประสมการณ์โดยการศึกษาอย่างมีระบบ นักเรียนมีการฝึกทดลองด้วยตนเอง หรือฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาไม่เพียงพอ ความสนใจที่จะฝึกคิดเอง ทำเอง และแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ด้านอุปกรณ์การสอน เรื่องที่มีปัญหาอยู่ในระดับมาก ได้แก่ อุปกรณ์เสื่อมคุณภาพเร็ว และชำรุดเสียหายง่าย

ด้านการประเมินผลการเรียนการสอน เรื่องที่มีปัญหาอยู่ในระดับมากได้แก่ การประเมินผลนักเรียนขณะฝึกทักษะกระบวนการเรียนอย่างทั่วถึง

รุ่งฤดี ฤทธิคำรงค์ (2528) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความอยากรู้อยากเห็นในระดับต่างกัน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคมและโรงเรียนคลองขลุงราษฎร์รังสรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 345 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนที่มีความอยากรู้อยากเห็นในระดับต่างกันมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชัน (2529) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เคยทำและไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2528 ในกรุงเทพมหานครและเขตการศึกษา 1 จำนวน 358 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ธีระชัย นนพิภักดิ์ (2530) ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 882 คน ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เรียงตามลำดับจากความสัมพันธ์มากไปหาน้อย ดังนี้

1. องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ทางบวก ได้แก่ ผลการเรียนรู้เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิธีสอนโดยให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมากที่สุด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การวัดผลความรู้ความจำ และด้านอื่นเท่า ๆ กัน จำนวนคาบการสอนของครูวิทยาศาสตร์ต่อสัปดาห์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ การใช้เวลาว่างทำการบ้านและดูหนังสือวิทยาศาสตร์ วิธีสอนอื่น ๆ ประสิทธิภาพในการสอนของครู ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน การใช้ทักษะคำถามของครูเพื่อนำไปสู่ทักษะการทดลอง การศึกษาสูงสุดของมารดานักเรียน การใช้คำถามของครูประเภทคำถามปลายเปิดมากที่สุด ลักษณะห้องเรียนวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน การใช้คำถามของครูเพื่อนำไปสู่ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2. องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ทางลบ ได้แก่ การวัดผลด้านความรู้ความจำและด้านการนำไปใช้มากที่สุด โปรแกรมที่เลือกเรียนในชั้น ม.ต้น จำนวนวันที่ขาดเรียนในปีการศึกษานั้น วิธีสอนโดยใช้คำถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนดำเนินการทดลองหาคำตอบเอง การใช้คำถามของครูเพื่อนำไปสู่ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เขตที่ตั้งของโรงเรียน การใช้คำถามของครูประเภทคำถามปลายเปิดมากที่สุด การวัดผลด้านความรู้ความจำมากที่สุด วิธีสอนแบบบรรยาย สภาพเศรษฐกิจของครอบครัวนักเรียน

นอกจากนี้ยังผลการวิจัยยังพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียน เท่ากับ 11.67 และของครูวิทยาศาสตร์เท่ากับ 21.00 จากคะแนนรวม 28 คะแนน

พฤษภา กสิณแก้ว (2530) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากชุดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับที่เรียนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยครูนำทาง ซึ่งทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 73 คน โรงเรียนสุรินทร์วิทยา จังหวัดสุรินทร์ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยครูนำทาง

ฤทัย ศรีบุญกุล (2530) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอุบลราชธานี กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2528 ในจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 1,146 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยุทธสิทธิ์ จันทร์คูเมือง (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในระดับต่างกัน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพรหมานุภาพจารย์ จังหวัดสกลนคร จำนวน 246 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกันและนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน

สมใจ กิจพรประเสริฐ (2531) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิด เหตุผลเชิงตรรกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตการศึกษา 8 กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2531 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 8 จำนวน 1,450 คน ผลการวิจัยพบว่า การคิด เหตุผลเชิงตรรก มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมศักดิ์ ศรีประสิทธิ์ (2532) ได้ศึกษาผลกระทบของการอบรมเลี้ยงดูและสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 903 คน ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างการอบรมเลี้ยงดูที่ต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมทางครอบครัว โดยนักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบรักสนับสนุนและมาจากครอบครัวที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมระดับกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นผสมสูงที่สุด รองลงมาคือ ระดับสูง และระดับต่ำตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นผสมอยู่ในระดับปานกลาง

สุรียพันธ์ุ ชัยทสึมา (2532) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และรูปแบบการคิดต่างกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนทอพระ และโรงเรียนสันทรายวิทยาคม จังหวัด เชียงใหม่ จำนวน 260 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับแตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน และนักเรียนที่มีรูปแบบในการคิดแตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

วาริรัตน์ ชนกล้าชัย (2832) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพทางพุทธิพิสัยตามแนวของบลูม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2531 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัด เชียงใหม่ จำนวน 545 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยส่วนร่วมมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางพุทธิพิสัย ตามแนวของบลูมโดยส่วนรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยส่วนร่วมกับสมรรถภาพทางพุทธิพิสัยตามแนวของบลูม โดยส่วนย่อยแล้ว พบว่า ด้านการนำไปใช้มีค่าความสัมพันธ์สูงสุด รองลงมาคือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ ด้านความเข้าใจ และมีค่าความสัมพันธ์ต่ำที่สุดกับด้านการประเมินคุณค่า นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีทักษะ

กระบวนการวิทยาศาสตร์ในระดับที่แตกต่างกัน มีสมรรถภาพทางพุทธิพิสัย ตามแนวของบลูม ในแต่ละด้านแตกต่างกัน

สุชิน เล้าอรุณ (2532) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนมัธยมฐานบินกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 92 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เข้าค่ายวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน กลุ่มที่ไม่ได้เข้าค่ายวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จิต นวนแก้ว (2532) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชนอมพิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชนอมพิทยา จำนวน 36 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อผ่านการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ

Atwood and Stevens (1978) ได้ศึกษาผลของการเลือกใช้แนวทางการคิดของนักเรียนต่อผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน เกรด 9 ในมลรัฐ Mississippi จำนวน 580 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เลือกใช้แนวความคิดการนำไปใช้ต่างกัน จะมีผลสัมฤทธิ์การใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

Duran and Seller (1978) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติของตนเองที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในสหรัฐอเมริกา กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 320 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับมโนคติของตัวเองที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

El - Gosbi (1982) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับการพัฒนาทางสติปัญญา และตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ คะแนนเฉลี่ยและความถนัดทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีและวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก จำนวน 85 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักศึกษา มีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ย และความถนัดทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Haukoos and Penick (1983) ได้ศึกษาอิทธิพลของบรรยากาศในห้องเรียน ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัย จำนวน 450 คน (Du Page ในมลรัฐ Illinois) ผลการวิจัยพบว่า บรรยากาศแบบให้นักศึกษาเกิดการค้นพบด้วยตนเอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ในสื่อการเรียนการสอนประเภทแบบเรียนในวิชาและระดับชั้นต่าง ๆ พบว่า หนังสือเรียนส่วนใหญ่มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 13 ทักษะ โดยมีจำนวนทักษะแต่ละประเภทแตกต่างกัน ทักษะที่พบมาก ได้แก่ ทักษะการสังเกต

2. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

2.1 ตัวนักเรียน ได้แก่

- 2.1.1 ทักษะคิดเชิงวิทยาศาสตร์
- 2.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.1.3 ความคิดสร้างสรรค์
- 2.1.4 ความอยากรู้อยากเห็น
- 2.1.5 ประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
- 2.1.6 การใช้เวลาว่างทำการบ้านและดูหนังสือวิทยาศาสตร์
- 2.1.7 ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.1.8 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
- 2.1.9 การคิดอย่างเป็นระบบ
- 2.1.10 การฝึกฝนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษา
- 2.1.12 การอบรมเลี้ยงดู และสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมทางครอบครัว
- 2.1.13 สมรรถภาพทางพุทธิพิสัยตามแนวของบลูม

2.2 ตัวครูผู้สอน ได้แก่

- 2.2.1 การดูแลนักเรียนและประเมินผลอย่างทั่วถึงในการทำการทดลอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
- 2.2.2 ความเข้าใจในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของครู
- 2.2.3 วิธีการสอน ได้แก่ การสอนแบบบรรยาย การสอนโดยให้นักเรียนมีการค้นคว้าด้วยตนเอง การใช้คำถามของครู เพื่อนำไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การใช้ชุดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้
- 2.2.4 จำนวนคาบการสอนของครูต่อสัปดาห์
- 2.2.5 ประสบการณ์การสอนของครู

2.3 ด้านอื่น ๆ ได้แก่

- 2.3.1 อุปกรณ์การเรียนการสอน และคุณภาพของอุปกรณ์ในการทดลอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
- 2.3.2 เวลาที่ใช้ในการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
- 2.3.3 จำนวนนักเรียนต่อห้อง
- 2.3.4 บรรยากาศและลักษณะของห้องเรียนวิทยาศาสตร์

3. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ จะสูงขึ้นได้ด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน และการจัดกิจกรรมเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน