



## วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยจะนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนโดยการทดลองในห้องปฏิบัติการ
2. การสอนเพื่อให้เกิดทักษะและทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์
3. กิจกรรมการปฏิบัติการทดลอง
4. การประเมินผลทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์
5. ทัศนคติ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์
  - 6.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
  - 6.2 งานวิจัยในประเทศ

## การเรียนการสอนโดยการทดลองในห้องปฏิบัติการ

### จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนโดยปฏิบัติการทดลอง

แอล ดี ชุลแมน และ พี ทาเมอร์ (Shulman and Tamir, quoted in Hoftein and Lunetta 1982: 203) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน โดยการใช้ปฏิบัติการทดลอง ในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจ ทัศนคติ ความพึงพอใจ ความมีใจกว้าง และความอยากรู้อยากเห็นในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหา

3. เพื่อส่งเสริมการคิดแบบวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และความสามารถทางสติปัญญา
5. เพื่อพัฒนาความสามารถทางการปฏิบัติ

ไอ โรเจอร์ แอนเดอร์สัน (Anderson 1976: 60-79) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใคร่และเข้าใจในกิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. เพื่อปลูกฝังทักษะการสืบสอบ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่น ๆ
3. เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกซาบซึ้งและเลียนแบบบทบาทของนักวิทยาศาสตร์
4. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการ เกี่ยวกับความรู้สึกซาบซึ้งต่อความมีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

#### ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง

เอ็ดมันด์ ที. อีมเมอร์ (Emmer 1970: 160) กล่าวว่า "ในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หรือการฝึกฝนทักษะในวิชาอื่น ๆ ไม่เพียงแต่จะฝึกฝนความชำนาญของกล้ามเนื้อหรืออวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายเท่านั้น ยังรวมถึงการฝึกทักษะในการแก้ปัญหา การรวบรวมรายละเอียดเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ และก่อให้เกิดทัศนคติที่ดีในวิชานั้น ๆ อีกด้วย"

จอห์น เอส ริชาร์ดสัน (Richardson 1958: 67-77) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนโดยการปฏิบัติการทดลองไว้พอสรุปได้ดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นแหล่งของปัญหาต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนได้แก้หรือพยายามแก้
2. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนได้ทราบคำตอบของปัญหาที่นักเรียนได้พบในห้องเรียนหรือจากที่อื่น ๆ
3. การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนในบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม
4. การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ หลักการและ

การนำหลักการไปใช้ ซึ่งหมายถึง ข้อเท็จจริง กฎ และข้อสรุปต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

5. การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจใน ข้อเท็จจริง หลักการ มโนทัศน์ และข้อสรุปต่าง ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์

6. การปฏิบัติการทดลองช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ นิสัยในการทำงานและทัศนคติ

โอ โรเจอร์ แอนเดอร์สัน (Anderson 1958: 59-60) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนควยปฏิบัติการทดลองพอสรุปได้ คือ

1. ห้องปฏิบัติการทดลองเป็นสถานที่ที่บุคคล หรือคณะบุคคลได้ประกอบกิจกรรมการ ตรวจสอบ และอธิบายถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติ
2. การปฏิบัติการทดลอง เปิดโอกาสให้มีการเรียนรู้ถึงวิธีการคิดอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
3. การปฏิบัติการทดลองจะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ลึกซึ้งซึ่งตอบสนองของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้
4. ผลของการเรียนการสอนปฏิบัติการจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงขอบข่ายของวิชา วิทยาศาสตร์ ไม่เพียงแต่ความมีระเบียบของธรรมชาติเท่านั้น แต่รวมไปถึงทฤษฎีและแบบจำลองของมันด้วย

ลินดา เปเรซ (Perez 1982: 20-21) ผู้ตรวจราชการโรงเรียนมัธยมศึกษาในมลรัฐเท็กซัส ได้ศึกษาสถานภาพ การสอนในห้องปฏิบัติการในโรงเรียนมัธยมต่าง ๆ ได้สรุปผลไว้ว่า

1. ห้องปฏิบัติการคือ สถานที่อันแท้จริงของกระบวนการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะช่วยให้เด็กได้เข้าใจถึงเค้าโครงของ วิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์
2. การเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ จะส่งเสริมให้เด็กได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับ กระบวนการสืบสอบ เพราะจะช่วยให้เด็กได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
3. ห้องปฏิบัติการจะเป็นแหล่งที่ช่วยสร้างเสริมทักษะในรูปแบบต่าง ๆ

มังกร ทองสุขดี (2522: 47) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากการสอน โดยปฏิบัติการทดลอง ซึ่งจะช่วยให้เด็กได้รับบทเรียนต่าง ๆ โดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1. ใ้เห็นควยตา (Seeing)
2. ใ้ยินควยหู (Hearing)
3. ใ้กลิ่นควยจมูก (Smelling)
4. ใ้ลิ้มรสควยลิ้น (Tasting)
5. ใ้สัมผัสควยกาย (Touching)

สำหรับวิชาเคมีในการทำปฏิบัติการทดลองจะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในด้านต่าง ๆ ซึ่ง แจ็ค ซี เจฟฟรีย์ (Jeffrey, quoted in Hoftein and Lunetta 1982: 216) ได้สรุปความสามารถที่ได้จากการทำปฏิบัติการทดลองเคมีไว้ดังนี้

1. ด้านการสื่อความหมาย (Communication)
2. ด้านการสังเกต (Observation)
3. ด้านการสืบสอบ (Investigation)
4. ด้านการรายงานผล (Reporting)
5. ด้านการใช้เครื่องมือ (Manipulative)
6. ด้านความมีระเบียบ (Discipline)

#### ความสำคัญของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ห้องปฏิบัติการเป็นสถานที่ที่เหมาะสมที่สุดแห่งหนึ่งสำหรับการสอน และการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะเด็กนักเรียนสามารถจะสร้างปัญหา ตั้งสมมติฐานและสามารถทดสอบได้ (มังกรทองสุชาติ 2522: 46) การเรียนการสอนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการปฏิบัติการทดลองเป็นขั้นตอนสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอนวิชานี้

จากผลการวิจัยของ การ์รี ซี เบตส์ (Bates 1982: 22) ซึ่งทำการวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และประโยชน์ที่พึงได้รับจากห้องปฏิบัติการ ได้รายงานไว้พอสรุปได้ดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการจะมีลักษณะเป็นแหล่งสำรวจและค้นคว้า (Exploration) สำหรับเด็กที่จะศึกษาเล่าเรียน โดยอาศัยหลักการสังเกต
2. ห้องปฏิบัติการจะเป็นศูนย์ปฏิบัติการ (Operation) ให้เด็กได้ลงมือกระทำและ

## เก็บข้อมูล

3. ห่องปฏิบัติการจะเป็นห่องทดลองเพื่อพิสูจน์ในเชิงอนุมาน (Deductive Verification) โดยให้เด็กได้ใช้เครื่องมือทำการ ชั่ง ตวง วัด ปริมาณของสิ่งต่าง ๆ และนำข้อมูลที่ได้อไปตรวจสอบ โดยการใส่สูตร และสมการตามที่ได้รับการยอมรับนับถือแล้ว
4. ห่องปฏิบัติการจะเป็นศูนย์ของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เพื่อให้เด็กมีโอกาสศึกษาคุณค่า อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีอิสระ และให้มีความสอดคล้องกับแนวความคิดหรือมโนทัศน์ที่กำลังศึกษากันอยู่
5. ห่องปฏิบัติการจะเป็นแหล่งให้เด็กฝึกฝนเกี่ยวกับกระบวนการ (Process) เพื่อนำวิธีการทดลองและการประเมินผลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากห่องปฏิบัติการ 3 ประการ คือ

1. การใส่ห่องปฏิบัติการจะช่วยให้เด็กเรียนรู้ในเรื่องสำคัญ ๆ มากกว่าจะเน้นให้เด็กจำเฉพาะเนื้อหาวิชาที่สอนเท่านั้น และยังส่งเสริมให้เด็กมีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ทุก ๆ สาขาวิชาอีกด้วย
2. ประสบการณ์ที่เด็กได้รับจากห่องปฏิบัติการ จะมีคุณค่าประโยชน์มากกว่าการสอนโดยการบรรยาย หรือการสาธิต เพราะการทดลองจะช่วยให้เด็กได้รับรู้ประสบการณ์ตรง
3. การสอนโดยการบรรยาย สาธิตและการทดลอง จะทำให้เด็กได้รับความรู้จากเนื้อหาวิชาเท่าเทียมกัน เมื่อทำการทดสอบด้วยการสอบแบบขอเขียน

อรรถศิษฎ์ สมรรถการอักษรกิจ (2522: 73-74) ได้กล่าวถึงความสำคัญของห่องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนไว้ ดังนี้

1. เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลอง
2. เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงการจัด การใช้อุปกรณ์ในห่องปฏิบัติการได้ถูกต้อง
3. เพื่อให้นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการเรียนเป็นหมู่และทำงานร่วมกัน
4. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในทฤษฎี การเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการใช้ การเก็บ การจัดประเภทและบัญชีเครื่องมือวิทยาศาสตร์
6. เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ห่องปฏิบัติการทำการวิจัย ค้นคว้า สาธิต และทำโครงการทางวิทยาศาสตร์
7. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกหัด ขอบ แก่ ปรับเครื่องมือ และสร้างเครื่องมือบางอย่างได้

8. ในการเรียนในห้องปฏิบัติการนั้น จะช่วยพัฒนาใหญ่เรียนได้ทักษะในด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะในการจัดระเบียบข้อมูล ทักษะในการสร้างสรรคทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการใช้เครื่องมือ ทักษะในการอธิบายและการสื่อสารข้อมูลต่าง ๆ ได้

มังกร ทองสุขศรี (2525: 573) กล่าวถึงผลดีที่เด็กได้รับจากการทำปฏิบัติการในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เด็กได้รู้จักวิธีแก้ปัญหา
2. มีวิธีการสังเกตอย่างรอบคอบที่จะเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้มากขึ้น
3. มีวิธีการคิดในรูปแบบต่าง ๆ
4. ฝึกการใช้ข้อมูลอย่างมีระบบ
5. ส่งเสริมให้เกิดความสนใจในสิ่งแวดล้อม
6. กระตุ้นให้เกิดการรู้จักการใช้เหตุผล ซึ่งนับว่าเป็นพื้นฐานทางการศึกษาที่มีคุณค่าที่สุด

การสอนเพื่อให้เกิดทักษะและทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

การสอนเพื่อให้เกิดทักษะ

พรหม ชูชัย (2522: 192) กล่าวว่า "การที่บุคคลสามารถที่จะเรียนรู้ในการทำสิ่งต่าง ๆ นอกจากจะต้องอาศัยแรงจูงใจ มโนทัศน์ การแก้ปัญหา ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์และทัศนคติแล้ว ยังต้องอาศัยทักษะในการทำงาน ทักษะเป็นเรื่องที่สำคัญที่ช่วยให้การทำงานคล่องแคล่ว มีประสิทธิภาพ" และยังเสนอว่า วิธีที่จะช่วยให้เกิดทักษะก็คือ การสาธิต และการอธิบายแนะนำ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ก. บอกให้เด็กทราบว่าจะทำอะไร ชี้แจงให้เห็นความสำคัญ เพื่อเราให้เด็กเกิดความสนใจ และกระตุ้นให้เห็นว่า สิ่งนั้นมีความจำเป็นสำหรับตนอย่างไร ต่อจากนั้นจึงสาธิตให้ดูตั้งแต่ต้นจนจบ

ข. ให้เด็กมีโอกาสได้ฝึกหัดทันที หลังจากการสาธิต สิ่งที่ต้องคำนึงคือ การทำซ้ำ และการเสริมแรง

ค. ในขณะที่ฝึกหัด ให้คำแนะนำ เพื่อช่วยให้เด็กทำทักษะนั้น ๆ ได้ด้วยตนเอง

ง. ให้คำแนะนำในขณะที่อยู่ในบรรยากาศที่สบาย ๆ ไม่วิจารณ์เด็กโต ๆ บางคนมักจะกลัวความผิด กลัวทำไม่ได้ จึงมักจะทำผิดพลาด ครูจะต้องใจเย็น ๆ ไม่ดุ บรรยากาศที่ไม่

ตั้งเครียด จะช่วยให้อุณหภูมิเกิดความพยายามที่จะลดลง

จ. ในการฝึกหัด การเน้นสิ่งที่ถูกเป็นสิ่งที่มีความประโยชน์ แตกต่างจากการทำสิ่งที่ผิดพลาด จนเกินกว่าเหตุ ก็จะช่วยแก้ไขข้อผิดพลาดได้

### ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

คำว่า "ทักษะ" หมายถึง ความชำนาญ มีฝีมือหรือความชำนาญในเชิงงาน (ราชบัณฑิตยสถาน 2523: 456) ในการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะต้องมีการหยิบจับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์จึงหมายถึง ความชำนาญ มีฝีมือหรือความชำนาญในการปฏิบัติการทดลอง ทั้งการหยิบจับเครื่องมือ การใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี การระมัดระวัง และการรักษาเครื่องมือในขณะที่ทำการทดลอง ตลอดจนมีเทคนิคต่าง ๆ ในการทดลอง เช่น การรินสารละลาย การเขยาสารละลาย การคั้นสาร อย่างดีและระมัดระวังในความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น

การมีทักษะในการปฏิบัติการทดลองจะทำให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. มีความปลอดภัย การใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องเรียนรู้ถึงวิธีการใช้ที่ถูกต้องและมีทักษะ ซึ่งจะช่วยให้ตนเองและผู้อื่นปลอดภัยจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติการทดลอง

2. ความมีประสิทธิภาพในการทดลอง การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม และถูกต้อง จะทำให้ผลการทดลองดำเนินไปด้วยดี รวดเร็ว และแม่นยำ แต่ถ้าเลือกอุปกรณ์ไม่เหมาะสมและไม่มีความชำนาญในการใช้ จะทำให้ผลการทดลองผิดพลาดมาก

3. ผลทางเศรษฐกิจ การมีทักษะในการปฏิบัติการทดลองจะช่วยประหยัดงบประมาณในการซื้ออุปกรณ์และสารเคมี เพราะถ้าใช้เครื่องมืออย่างสิ้นเปลืองและสารเคมีบางชนิดมีราคาแพงมาก การใช้ที่ไม่ถูกวิธี นอกจากก่อให้เกิดอันตรายแล้ว อาจทำให้เครื่องมือชำรุด เสียหายใช้การไม่ได้ ต้องจัดซื้อใหม่ ทำให้เสียงบประมาณไปและมีผลต่อเศรษฐกิจของประเทศชาติด้วย

ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่

1. ทักษะในการวัด
2. ทักษะในการชั่ง

3. ทักษะในการวัดปริมาตร
4. ทักษะการใช้ตะเกียง
5. ทักษะในการใช้สารเคมี การตัก การริน
6. ทักษะในการคนสาร
7. ทักษะในการต้มสาร
8. ทักษะในการกรอง
9. ทักษะในการใช้อินดิเคเตอร์
10. ทักษะในการใช้กลองจุดหลอด
11. ทักษะการเตรียมสไลด์สด
12. ทักษะการย้อมสีเนื้อเยื่อ
13. ทักษะการใช้เครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้า (ทพวงมหาวิทยาลัย 2524: 4-58)

โรเบิร์ต บี ซันด์ และ เลสลีย์ คัมบลิว โทรวบริค (Sund and Trowbridge 1967: 86-107) ได้กล่าวถึงทักษะที่จะได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีทักษะหลายด้านที่ควรได้พัฒนา คือ

1. ความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการทดลอง
2. การใช้เครื่องมือ
3. การวัดและการคำนวณอย่างง่าย ๆ
4. การเขียนรายงานการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูลและจัดบันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
6. ความเข้าใจในโครงสร้างและการอ่านกราฟ
7. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างง่ายที่เกิดขึ้น
8. การสาธิตการใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี
9. การทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือ

วินเซนต์ เอน ลูเนตตา (Lunetta 1982: 21) กล่าวถึงกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียน วิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการทดลอง ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการใช้ทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



1. การรู้จักแก้ปัญหา
2. การเลือกและใช้วิธีการที่เหมาะสมในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. การใช้เครื่องมือ
4. การสรุปผลข้อวินิจฉัย หลักการ และมโนทัศน์ที่ได้จากข้อมูล
5. การนำความรู้เดิมไปทำนายสิ่งที่ยังใหม่
6. การนำความรู้ที่ได้ไปใช้
7. การเสนอรายงานผล

สุวัชก์ นิยมคำ (2517: 146-147) กล่าวว่า ในการทดลองทุกเรื่อง นักเรียนควรจะมีทักษะอย่างน้อย 5 ประการ คือ

1. ทักษะในการใ้มาซึ่งข้อมูลและการรวบรวมข้อมูล (Acquisitive Skills)
2. ทักษะในการจัดระเบียบข้อมูล วิเคราะห์และลงข้อสรุป (Organizing Skills)
3. ทักษะในทางความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Skills)
4. ทักษะในการฝึกตั้งโทษและซ่อมแซมเครื่องมือ (Manipulative Skills)
5. ทักษะในการเขียนรายงานผลการทดลอง (Communication Skills)

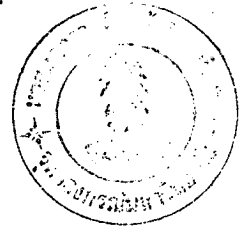
สำหรับทักษะในด้านการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills) หรือทักษะปฏิบัติในการทดลองนั้น นักเรียนควรจะต้องมีทักษะดังต่อไปนี้

1. รู้จักติดตั้งเครื่องมือ นำเครื่องมือที่ใช้ทั้งหมดมาประกอบและติดตั้งได้ด้วยความคล่องแคล่ว ชำนาญ และไม่เกะกะเก้งก้าง
2. ใช้เครื่องมือเป็น รู้ว่าเครื่องมืออะไร ใช้สำหรับทำอะไร มีข้อจำกัดแค่ไหน ใช้อย่างไร อ่านสเกลดูอย่างไร
3. ซ่อมแซมเครื่องมือในส่วนที่ง่าย ๆ ได้เมื่อเกิดการชำรุด
4. สร้างเครื่องมือง่าย ๆ ได้
5. รู้จักการเก็บรักษาเครื่องมือให้ปลอดภัย

พฤติกรรมที่แสดงความสามารถทางทักษะจะสังเกตเห็นได้จากสิ่งเหล่านี้ คือ

1. การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องและเหมาะสม
2. การเก็บรักษาเครื่องมือ
3. ปฏิบัติการทดลองตามลำดับขั้น

4. การสังเกตความเหมือนกันและความแตกต่างกันของสิ่ง 2 สิ่ง
5. การมีสมาธิในการสังเกตและทดลอง
6. การเสนอรายงานควยปากเปล่าและขอเขียน
7. ความละเอียดถี่ถ้วนของข้อมูลที่รวบรวมได้
8. ความเป็นระเบียบของการจัดบันทึกหรือโน้ตย่อ
9. การจับใจความสำคัญจากการอ่านได้ถูกต้อง
10. จากการสังเกตทั้งในคานปริมาณและคุณภาพ (จำแนง พรายแยมแซ 2514: 21-22)



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2522: 139-142) ซึ่งทำหน้าที่ปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ เน้นความสำคัญของการทดลองถือว่าเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะภาคปฏิบัติ และได้กำหนดความหมายของทักษะปฏิบัติไว้ 29 ทักษะดังต่อไปนี้

ทักษะ 1 การใช้เทอร์โมมิเตอร์ หมายถึง การใช้และการอ่านเทอร์โมมิเตอร์อย่างถูกวิธี คือ กระจายเทอร์โมมิเตอร์ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด ไม่สัมผัสกับด้านข้างและภาชนะขณะอ่านสายตาต้องอยู่ในระดับเดียวกับกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ และเมื่อใช้เสร็จแล้ว ทำความสะอาดเช็ดให้แห้ง แล้วเก็บเข้าที่

ทักษะ 2 การใช้ตาชั่ง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ตาชั่งอย่างถูกวิธีคือ ปรับศูนย์ก่อนใช้ ขณะชั่งน้ำหนักคอย ๆ เลื่อนตุ้มน้ำหนักจนตาชั่งสมดุล และอ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง

ทักษะ 3 การใช้ตาชั่งสปริง ในการใช้ตาชั่งสปริงชั่งน้ำหนักต้องให้ตาชั่งอยู่ในแนวตั้ง อ่านหน่วยน้ำหนักเป็นกรัมหรือนิวตัน ขณะอ่านตาชั่งอยู่ในระดับเดียวกับปุ่มโลหะบอกค่าน้ำหนัก ถ้าตองใช้ตาชั่งสปริงในแนวอื่น เพื่อเปรียบเทียบแรงดึงของรักษาทิศทางให้อยู่ในแนวเดียวกัน

ทักษะ 4 การใช้ตะเกียง หมายถึง ความสามารถในการใช้ตะเกียงอัลกอฮอล์อย่างถูกวิธี คือ ก่อนใช้ต้องตรวจสภาพหลอดทุกครั้ง ไม่จุดตะเกียงก่อนที่จะเตรียมสารให้พร้อม ปรับไฟให้สูงพอเหมาะ เตรียมกระป๋องทรายสำหรับตั้งกาน้ำที่จุดไฟที่จุดแล้ว เมื่อเลิกใช้ของดับตะเกียงทันที โดยใช้ฝาครอบไม้ไขปากเป่า

ทักษะ 5 การใช้ขอนตักสาร หมายถึง การทวงสารให้ปริมาณถูกต้อง คือ ตักสารแต่ละครั้งต้องปาดขอนเพียงครั้งเดียว ไม่กตสารในขอนก่อนปาด เมื่อตักแล้วทำความสะอาดขอน และทำให้แห้งก่อนตักสารชนิดอื่น ไม่ตักสารในขณะที่ยังร้อน

ทักษะ 6 การใช้ไม้หนีบ หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ไม้หนีบได้ถูกวิธี คือ หนีบที่ระยะประมาณ 1/3 จากปากหลอดทดลอง เมื่อหนีบบีกเกอร์หรือถ้วยกระเบื้องต้องหนีบให้ลึก ขณะถือไม้ออกแรงกดไม้หนีบ ถ้าใช้กับขาตั้งเพื่อหนีบเทอร์โมมิเตอร์ต้องใช้เศษผ้าหรือกระดาษชำระหุ้มเทอร์โมมิเตอร์ให้แน่นเสียก่อน

ทักษะ 7 การใช้หลอดจี้ดยา หมายถึง การใช้หลอดจี้ดยาอย่างถูกวิธี คือ จุ่มปลายหลอดลงในช่องเหลว กดก้านสูบให้ชิดกับกระบอกสูบเพื่อไล่อากาศ ดึงก้านสูบขึ้นเพื่อดูดของเหลวขึ้นมา อ่านปริมาตรโดยให้ตาอยู่ในระดับพอดีกับขีดบอกปริมาตร ถ้ามีฟองอากาศของก้านหลอดลงไปใหม่ ใช้เสร็จแล้วล้างให้สะอาด ทำให้แห้ง เมื่อจะใช้ดูดของเหลวชนิดอื่นต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

ทักษะ 8 การใช้หลอดหยด หมายถึง ความสามารถที่จะใช้หลอดหยดได้ถูกวิธี คือ कुछของเหลวให้มีปริมาณใกล้เคียงกับที่ต้องการใช้ คอย ๆ บีบจุกยางเพื่อให้ของเหลวหยดที่ละหยดอย่างสม่ำเสมอ ล้างหลอดหยดให้สะอาดทันทีที่สะบัดให้แห้ง ถ้าจะใช้ดูดสารหลายชนิดต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

ทักษะ 9 การใช้กรดและเบส หมายถึง การใช้กรด-เบส ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยคือ รินกรดหรือเบสใส่ในภาชนะที่สะอาดและแห้ง ขณะรินให้ภาชนะที่ใส่กรด-เบส คำนที่มีป้ายฉลากขึ้นข้างบน ไม่รินน้ำลงในกรด ถ้ากรดหกกรดร่างกายต้องรีบล้างด้วยน้ำมาก ๆ ทันที ถ้ากรดหกกรดพื้นให้ไปรดด้วยคัลเซียมคาร์บอเนต ถ้าเบสหกกรดให้ล้างด้วยกรดอะซิติกเจือจาง แล้วล้างด้วยน้ำมาก ๆ อีกครั้งหนึ่ง

ทักษะ 10 การใช้กระดาษทดสอบกรด-เบส หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักใช้กระดาษอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ คือ มือที่หยิบต้องสะอาดปราศจากกรดและเบส หยิบที่สะอาด อังที่ปากหลอดโดยไม่ให้สัมผัสกับหลอด ถ้าจะทดสอบของเหลวให้วางกระดาษอินดิเคเตอร์บนถ้วยกระเบื้อง ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวมาแตะ

ทักษะ 11 การใช้แว่นขยาย เมื่อต้องใช้แว่นขยายตรวจสอบรายละเอียดของวัตถุ ให้ถือแว่นขยายให้ชิดกับตาข้างหนึ่ง ระวังการชุกชืด ใช้แล้วเก็บเข้าที่ใ้เรียบร้อย

ทักษะ 12 การใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างง่าย หมายถึง ความสามารถในการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกวิธี คือ วางแผนสไลด์บนแท่นให้วัตถุที่ต้องการอยู่ตรงกับช่องบนแท่นกดทับให้แน่นควยที่หีบทั้งสองข้าง ปรับกระจกเงาให้แสงสะท้อนมาที่วัตถุบนสไลด์ หมุนปุ่มตามเข็มนาฬิกาเพื่อปรับเลนส์ตาลงไปจนต่ำสุดเกือบถึงกระจกสไลด์ มองวัตถุผ่านเลนส์ พร้อมทั้งคอย ๆ หมุนปุ่มทวนเข็มนาฬิกาเพื่อปรับระยะเลนส์ที่ละน้อยจนมองเห็นวัตถุชัดเจน ถ้ายังไม่เห็นภาพให้เลื่อนตำแหน่งสไลด์ ปรับระยะในหม้ออีกจนเห็นชัด

ทักษะ 13 การใช้กล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย หมายถึง ความสามารถในการใช้กล้องโทรทรรศน์ได้อย่างถูกวิธี คือ เลื่อนเลนส์ทั้ง 2 อันออกจากกัน จับรางกล้องตรงระยะกึ่งกลางของราง ยกขึ้นให้เลนส์อยู่ในระดับตา เมื่อมองวัตถุที่อยู่ไกลให้มองผ่านเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้น แล้วเลื่อนเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาวไปมาจนเห็นภาพชัด ระวังการชุกชืดเลนส์ในการทำ ความสะอาดให้ใช้ผ้าสำลีเช็ดเลนส์

ทักษะ 14 การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถที่ตรวจสอบความต่างศักย์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้เหมาะสมกับความต่างศักย์ของวงจรไฟฟ้าก่อนที่จะต่อเข้าในวงจร เมื่อความต่างศักย์ของอุปกรณ์มีค่ามากกว่าไม่ต่อต่อ

ทักษะ 15 ทักษะการใช้หลอดไฟฟ้าพร้อมขั้ว หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ปากหนีบกระเซ้ หีบปลายขั้วทั้งสองที่ยื่นออกมา ไม่หีบเข้าไปจนชิดกับขั้วไฟฟ้า

ทักษะ 16 การใช้แมตเตอร์ หมายถึง ความสามารถเรียงเซลล์ลงในกล่องเป็นแบบอนุกรม ตรวจสอบขั้วไฟฟ้า แฉกตัวนำและสปริง และสามารถเลียบแผนตัวนำ เพื่อคัดคองตามจำนวนเซลล์ให้มีความต่างศักย์ตามที่ต้องการ

ทักษะ 17 การสังเกต หมายถึง ความสามารถที่จะตรวจสอบรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสครบทุกอย่างได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว แล้วบันทึกทันที

ทักษะ 18 การวัดความยาว-สูง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้อุปกรณ์วัดความยาว

ความสูง ได้ถูกวิธี อำนาจตราโดยตักตั้งจากกับชี้คบอกความยาวหรือความสูงนั้น

ทักษะ 19 การใช้และเก็บรักษาแม่เหล็กที่ใช้ทำไดนาโม หมายถึง การเก็บรักษาแม่เหล็กไม่ให้เสื่อมคุณภาพด้วยการให้ช่วงทางชนิดกันประกบกันไว้

ทักษะ 20 การคัมสาร หมายถึง ความสามารถในการคัมสารในหลอดทดลองหรือในบีกเกอร์อย่างถูกวิธีคือ ก่อนคัมเช็คกษาชนะให้แห้ง ถาคัมสารในหลอดที่อยู่กับที่ทองใส่เศษหินหรือกระเบื้องก่อนคัม ถาจับควยไม้หนีบทองสายหลอดไปมาช้า ๆ หันปากหลอดไปทางคานที่ไม่มีคนอยู่ เมื่อคัมไม้บีกเกอร์ใช้แห้งแกวคณอย่างสม่ำเสมอ

ทักษะ 21 การคณสาร หมายถึง การใช้แห้งแกวคณสารให้เข้ากันโดยไม่ให้แห้งแกวกระทบกนและคานขางของภาชนะ ใช้แลวลางให้สะอาดเช็คให้แห้งแลวเก็บเข้าที่ และไม่ใช้แห้งแกวคณสารทางชนิดกันโดยไม่ทำความสะอาดเสียก่อน

ทักษะ 22 การเขย่าหลอดทดลอง หมายถึง การเขย่าโดยใช้มือจับหลอดทดลองแลวเขย่า ให้ส่วนลางของหลอดกระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ

ทักษะ 23 การรินสาร หมายถึง การรู้จักการรินของเหลวผ่านแห้งแกวลงสู่ภาชนะโดยให้ปลายแห้งแกวสัมผัสชิดขอบภาชนะที่รองรับ

ทักษะ 24 การคณสาร หมายถึง ความสามารถที่จะสังเกตกลิ่นของสารอย่างถูกวิธีคือ ไม่สูดคณสารโดยตรง แต่ใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าและห่างจากจมูกเล็กน้อย แลวใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกกลิ่นไอของสารเข้าจมูกช้า ๆ

ทักษะ 25 การจับเวลา หมายถึง ความสามารถในการใช้นาฬิกาจับเวลาได้อย่างคล่องแคล่ว อ่านเวลาได้ถูกต้อง รวดเร็ว และให้สัญญาณระหว่างคนที่สังเกตปรากฏการณ์กับคนที่จับเวลา

ทักษะ 26 การทำเครื่องหมาย หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักทำเครื่องหมายบนหลอดทดลอง กลองพลาสติก เมื่อใช้หลาย ๆ ชิ้นในเวลาเดียวกัน

ทักษะ 27 การต่อและตรวจวงจรไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถในการไลล่าคัมวงจร

โดยเริ่มจากข้อหนึ่งของเมตเทอริไปยังอีกข้อหนึ่งจนครบวงจร โดยไม่ย้อนกลับและตรวจสอบคู่ไฟฟ้าทุกข้อต้องเสียบกันอยู่แน่นสนิท

ทักษะ 28 การไขยามาเชื้อโรค หมายถึง ความสามารถที่จะไขยามาเชื้อโรคอย่างระมัดระวังไม่ให้ถูกผิวหนังหรือส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย โดยไขปากคีมจับสำลี ขูดยามาเชื้อโรคกดทับข้างขวดไม่ให้โชกเกินไป ปิดจุกขวดทันที ไขสำลีเช็ดภาชนะที่ต้องการมาเชื้อโรค เสร็จแล้วทิ้งสำลีในที่รับขยะ ไม่วางทิ้งไวบนโต๊ะ ถ้ายาถูกส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายให้ล้างควายนํามาก ๆ ทันที

ทักษะ 29 การทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือ หมายถึง ความสามารถที่จะทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชนิดเพื่อทำการทดลองเสร็จแล้วและเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

### กิจกรรมการปฏิบัติการทดลอง

วินเซนต์ เอน ลูเนตตา และคณะ (Lunetta and et al. 1981: 22-25) กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของกิจกรรมปฏิบัติการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนดังนี้ คือ

1. ด้านความคิด (Cognitive) มีจุดมุ่งหมายเพื่อ
  - 1.1 ส่งเสริมพัฒนาการทางความคิด
  - 1.2 ส่งเสริมการเรียนรู้แบบโน้ทนทางวิทยาศาสตร์
  - 1.3 พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
  - 1.4 พัฒนาความคิดสร้างสรรค์
  - 1.5 เพิ่มความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านการปฏิบัติ (Practical) มีจุดมุ่งหมายเพื่อ
  - 2.1 พัฒนาทักษะการสืบสอบ
  - 2.2 พัฒนาทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล
  - 2.3 พัฒนาทักษะการเสนอรายงานผล
  - 2.4 พัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น
3. ด้านความรู้สึก (Affective) มีจุดมุ่งหมายเพื่อ
  - 3.1 ส่งเสริมในมีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
  - 3.2 ส่งเสริมการยอมรับและเข้าใจบุคคลอื่น

และยังกล่าวอีกว่า กิจกรรมการปฏิบัติการทดลองมีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจยอมรับแนวคิดในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญา การมีพัฒนาการทางค่านิยมทัศนคติ และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ในเชิงนิมิต (Positive) และแบ่งพฤติกรรมปฏิบัติการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ด้าน คือ

1. การวางแผนและการออกแบบการทดลอง (Planing and Design) ได้แก่ การตั้งคำถาม การทำนายผลการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การออกแบบวิธีดำเนินการทดลอง
- \* 2. การปฏิบัติการทดลอง (Performance) ได้แก่ การดำเนินการทดลองการใช้เครื่องมือ การสังเกต และการจับบันทึกข้อมูล
3. การวิเคราะห์และแปลผล (Analysis and Interpretation) ได้แก่ การจัดกระทำข้อมูล การอธิบายความสัมพันธ์ การสรุปหลักการทั่วไป การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล กำหนดขอบเขตและขอบเขต การตั้งคำถามจากผลการทดลอง
4. การนำความรู้ไปใช้ (Application) ได้แก่ การทำนายสถานการณ์ใหม่ การตั้งสมมติฐาน โดยอาศัยผลที่ได้จากการทดลอง การนำเทคนิคต่าง ๆ ในการปฏิบัติการทดลองไปใช้แก้ปัญหาใหม่

สวัชก์ นิยมคำ (2517: 58-60) กล่าวถึง การปฏิบัติการทดลองว่าเป็นกระบวนการที่รวมเอากระบวนการหลาย ๆ อย่างมาผสมกัน ทั้งการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การวัด การคำนวณ การควบคุมตัวแปร การถ่ายทอผลงาน การลงความเห็น การแปลผลจากข้อมูล และยังเป็นการพิสูจน์ยืนยันความจริงบางอย่างหรือเป็นการพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ กิจกรรมที่เรียกว่าเป็นการทดลองนั้นต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

1. ภาควางแผนทดลองหรือภาคทฤษฎี (Experimental planing)
2. ภาคปฏิบัติการทดลอง (Performing or action)

นอกจากนี้ยังได้แบ่งประเภทของกิจกรรมการทดลองเป็น 3 ประเภท คือ

1. การทดลองแบบลองผิดลองถูก (Trial and error experiment) เป็นวิธีทดลองที่ไม่มีหลักเกณฑ์เท่าใดนัก แต่บางครั้งมีความจำเป็น เพราะบางปัญหาไม่รู้อะไรจะทำการทดลองอย่างไรก็ ไม่สามารถทดลองอย่างมีระบบได้ จึงต้องลองทำเพื่อจะได้คำตอบออกมา

2. การทดลองแบบไม่มีการแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ การทดลองแบบนี้มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว เป็นการหาคำตอบจากกลุ่ม มีการทดลองทั้งแต่การทดลองง่าย ๆ จนถึงการศึกษาที่ยุ่งยาก ซับซ้อน หรือการทดลองที่มีแบบแผน

3. การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ การทดลองแบบนี้แบ่งการทดลองเป็น 2 กลุ่ม สำหรับเปรียบเทียบหรือตรวจสอบซึ่งกันและกัน แต่ละกลุ่มมีคุณสมบัติและสิ่งแวดล้อมเหมือนกันทุกประการ จนถือได้ว่าไม่มีอะไรแตกต่างกัน กลุ่มที่ 1 เรียกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 เรียกว่ากลุ่มทดลอง

### การประเมินผลทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

เบนจามิน เอส บลูม (Bloom 1956: 6-8) ได้กำหนดพฤติกรรมต่าง ๆ ที่จะต้องประเมินในวิชาวิทยาศาสตร์ 5 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ (knowledge and comprehension)
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (process of scientific inquiry)
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (application of scientific knowledge and methods)
4. ทศนคติและความสนใจ (attitudes and interests)
5. ทักษะภาคปฏิบัติ (manual skills)

กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ (2521: 49-52) ได้เสนอวิธีการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ว่า ส่วนหนึ่งให้เก็บคะแนนจากด้านต่อไปนี้

1. การปฏิบัติการขณะเรียน หรือในขณะที่นักเรียนทำการทดลองว่ามีทักษะในการดำเนินการทดลองมากน้อยเพียงใด อาจจะไต่มาจากการสอบถาม หรือการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนทำการทดลอง นอกเหนือไปจากการทดลองในบทเรียน
2. พฤติกรรมปฏิบัติของนักเรียน เช่น ความตั้งใจ การมาเรียนโดยสม่ำเสมอ การร่วมมือในกิจกรรม การเรียนในชั้นเรียนและในห้องปฏิบัติการ

ประวิทย์ ชูศิลป์ (2523: 15) กล่าวถึงการประเมินผลด้านการปฏิบัติว่า เป็นการประเมินทักษะ (skills) ในการปฏิบัติและการดำเนินการต่าง ๆ มีทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 อย่างคือ



1. ทักษะทางสมอง หรือความสามารถทางสมอง เช่น ทักษะในการคิด ทักษะในการคำนวณ ทักษะในการแปลความหมาย

2. ทักษะในการทำหรือปฏิบัติ เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมด เช่น ทักษะการหยิบจับและการใช้เครื่องมือทดลอง ทักษะในการสังเกต ทักษะในการจดบันทึกข้อมูล ทักษะในการเขียนกราฟ หรือการจัดกระทำกับข้อมูล

ยูริ กานีล และ เอวี ฮอฟไตน์ (Ganiel and Hoftein 1982: 581-583) กล่าวถึงการประเมินทักษะปฏิบัติในการทดลองว่า มีวิธีการประเมินแตกต่างกันหลายลักษณะที่นิยมใช้กันก็คือ การเขียนรายงานหรือการทดสอบขอเขียน ทักษะปฏิบัติในการทดลองที่ต้องประเมินคือ การปฏิบัติ การทดลองจริง ๆ มีการวิจัยของนักวิจัยทางการศึกษาหลายคนที่ประเมินทักษะปฏิบัติด้วยการสังเกต โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสิน วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กันอยู่ในมหาวิทยาลัยกรุงลอนดอน ครูจะใช้วิธีการสังเกตนักเรียนแต่ละคนระหว่างทำกิจกรรมการทดลอง แล้วบันทึกให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และได้เสนอสิ่งที่จะต้องประเมินในการทำปฏิบัติการทดลองไว้ 5 ประการ คือ

1. การติดตั้งเครื่องมือและทักษะปฏิบัติในการทดลอง
2. การสังเกตและการวัด
3. การจัดลำดับและการดำเนินการ
4. การจัดกระทำข้อมูล
5. การสรุปและอภิปรายผล

แจ็ก ซี เจฟฟรี (Jeffrey 1967: 186-194) ได้เสนอสิ่งที่จะต้องประเมินในการเรียนการสอนด้วยการปฏิบัติการทดลองไว้ 6 ด้าน คือ

1. ความสามารถทางคำศัพท์ (Vocabulary Competence)
2. ความสามารถทางการสังเกต (Observation Competence)
3. ความสามารถทางการสืบสอบ (Investigative Competence)
4. ความสามารถทางการรายงานผล (Reporting Competence)
5. ความสามารถทางการใช้เครื่องมือ (Manipulative Competence)
6. ความมีระเบียบในการปฏิบัติการทดลอง (Laboratory Discipline)

วินเซนต์ เอน ลูเนตตาและคณะ (Lunetta and et al. 1981: 24-25) ได้แบ่ง  
วิธีในการประเมินกิจกรรมการปฏิบัติการทดลองไว้ 4 วิธี คือ

1. เขียนรายงานการทดลอง
2. ทดสอบข้อเขียน
3. สอบปฏิบัติการทดลอง
4. ประเมินผลด้วยการสังเกต

ในบรรดาวิธีการประเมินผลทั้ง 4 ระบบนี้ การประเมินผลด้วยการสังเกตเป็นวิธีการ  
ประเมินที่ต่อเนื่อง สามารถทำการสังเกต จดบันทึกไว้ในช่วงเวลาที่ยาวนาน และสามารถประเมิน  
ต่อเนื่องกันได้ตลอดทั้งภาคเรียน โดยมีเกณฑ์ในการประเมินจากพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การวางแผนและการออกแบบการทดลอง (Planing and design)
2. ทักษะปฏิบัติการในการทดลอง (Manipulative skills)
3. การดำเนินการทดลอง (Conduct of experiment)
4. การสังเกต (Observation)
5. การจดบันทึกข้อมูล (Recording data)
6. การแปลความหมายของข้อมูลจากการทดลอง (Interpretation of data  
and experiment)
7. ความรับผิดชอบ (Responsibility)
8. ความคิดริเริ่มที่จะทำสิ่งใหม่ ๆ (Initiative)
9. นิสัยในการทำงาน (Work habits)

ประวิตร ชูศิลป์ (2523: 16) กล่าวถึงการประเมินผลด้านการปฏิบัติเอาไว้พอสรุปได้  
ว่า การประเมินผลด้านการปฏิบัตินั้น จะกระทำโดยใช้แบบทดสอบหรือข้อเขียนแต่เพียงอย่างเดียว  
เหมือนการประเมินผลด้านการรับรู้และความคิดไม่ได้ เพราะมีทักษะหลายอย่างที่ไม่สามารถทดสอบ  
หรือวัดผลโดยวิธีเขียนตอบ เช่น ทักษะในการหยิบและใช้เครื่องมือ ทักษะในการสังเกต จึงต้อง  
ประเมินผลโดยการสังเกตจากการกระทำจริง ๆ ด้วยการกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ ขึ้น เพื่อให้คะแนน

1. การสังเกตโดยตรง (Direct Observation)
2. การสังเกตโดยอ้อม (Indirect Observation)

การสังเกตโดยตรง ยังแบ่งเป็น 3 วิธี คือ

1. การสังเกตในขณะที่มีการเรียนการสอนโดยตรง (Life Observation) วิธีนี้มีข้อเสีย คือ พฤติกรรมที่ผ่านมาแล้วจะกลับมาดูอีกไม่ได้ เพราะฉะนั้นผู้สังเกตจะต้องมีความแม่นยำในการเช็กพฤติกรรมต่าง ๆ และได้รับการฝึกหัดมาอย่างดี
2. การบันทึกภาพ (Videotape) สังเกตโดยการบันทึกภาพไว้ด้วย วิธีนี้ดีแต่สิ้นเปลืองมาก
3. การบันทึกเสียง (Audiotape) ใช้เทปบันทึกเสียงช่วยในการสังเกต วิธีนี้มีข้อบกพร่องตรงที่ไม่เห็นกริยาท่าทาง อาจจะทำให้ผู้สังเกตแปลพฤติกรรมบางอย่างผิดไปได้

การสังเกตในขณะที่มีการเรียนการสอนโดยตรง มักจะทำในช่วงเวลาสั้น ๆ ประมาณ 3 นาที (ไม่ควรเกิน 5 นาที) หรือไม่ควรน้อยเกินไป เพราะพฤติกรรมที่แสดงออกมาอาจไม่ครบตามที่เรต้องการสังเกต และถ้าใช้เวลานานเกินไปจะทำให้ผู้สังเกตลืมนพฤติกรรมตน ๆ ที่แสดงออกมา ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย

การสังเกตโดยอ้อม การสังเกตโดยทางอ้อมนี้ เครื่องมือที่จะใช้วัดก็คือ การออกแบบสอบถามให้ครูหรือนักเรียนตอบ ผลจากการตอบแบบสอบถามจะสะท้อนถึงสภาพการเรียนการสอนอีกทีหนึ่ง เช่น แบบสอบถามกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพห้องเรียน

ทัศนคติ

ความหมายของทัศนคติ

ทัศนคติเป็นศัพท์บัญญัติทางวิชาการศึกษา ตรงกับภาษาอังกฤษว่า "Attitude" ซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า "Aptus" แปลว่า โนมเอียง เหมาะสม (Gordon W. Allport 1967: 3) และนำมาใช้ในความหมายของคำ Attitude ว่าท่าทีที่แสดงออกมาของบุคคล ซึ่งบ่งถึงสภาพจิตใจ ได้แก่ ความรู้สึกหรืออารมณ์ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

แอน อนาสตาซี (Anastasi 1976: 453) กล่าวว่า "ทัศนคติหมายถึง ความโน้มเอียงที่จะแสดงออกทางชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งต่าง ๆ เช่น เชื้อชาติ ขนบธรรมเนียม ประเพณีหรือสถาบันต่าง ๆ ทัศนคติไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถสรุปพาดพิงจากพฤติกรรมภายนอก ทั้งที่ทอ้งใช้ภาษาและไม่ใช้ภาษา"

กอร์ดอน คัมบลิว ออลพอร์ต (Allport 1967: 2) กล่าวว่า "ทัศนคติเป็นสภาพความพร้อมของจิตใจและประสาท เกิดจากการได้รับประสบการณ์ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการตอบสนองของบุคคลต่อสภาพต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบุคคลนั้น" และได้อธิบายความหมายของทัศนคติไว้ดังนี้

1. สภาพของจิตใจและประสาท อาจแสดงให้เห็นได้ทางพฤติกรรม เช่น โกรธ เกลียด รัก
2. ความพร้อมที่จะตอบสนองบุคคล พร้อมที่จะตอบสนอง สรรพสิ่งตามลักษณะของทัศนคติที่เกิดขึ้น เช่น ชอบหรือไม่ที่ทัศนคติที่คัดอวิชาภาษาอังกฤษ ทำให้มีความต้องการที่จะเรียนหรือสนใจวิชาภาษาอังกฤษ
3. เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นระบบ เป็นกลุ่มและจัดระบบไว้แล้วในตัวเอง คือ เมื่อเกิดทัศนคติต่อสิ่งใดแล้ว จะเกิดขึ้นต่อเนื่องกันและเป็นพฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์กับทัศนคตินั้น เช่น โกรธก็หุนาปิง
4. เป็นสิ่งที่เกิดจากประสบการณ์ ประสบการณ์มีส่วนช่วยในการสร้างทัศนคติ
5. เป็นพลังสำคัญที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมที่แสดงออก พฤติกรรมที่แสดงออกต่อสิ่งใดอย่างไรนั้น จะตองขึ้นอยู่กับทัศนคติเป็นสำคัญ

เชคส์คีย์ โฆวาลินท์ (2520: 93) ให้ความหมายของทัศนคติไว้ว่า

หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรม หรือแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเรานั้น ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือคัดค้านก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการอบรมในนักเรียนระเบียบวิธีของสังคม (socialization) ฉะนั้น ทัศนคติจึงเป็นสิ่งที่ได้รับการปลูกฝังและพัฒนาตั้งแต่วัยทารกมาจนกระทั่งถึงวัยผู้ใหญ่

กล่าวโดยสรุป ทัศนคติเป็นสิ่งที่กำหนดให้บุคคลประพฤติปฏิบัติ หรือตอบสนองในการที่จะชอบหรือไม่ชอบต่อบุคคล วัตถุ สถานการณ์ หรือแม้กระทั่งความคิดเห็นต่าง ๆ ทัศนคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถอ้างอิงได้จากพฤติกรรมหรือการตอบสนองของบุคคลนั้น ๆ

### ลักษณะของทัศนคติ

จัม ซี นันแนลลี (Nunnally 1959: 312-315) ได้แบ่งลักษณะสำคัญของทัศนคติออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ทัศนคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือเกิดจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ไม่ใช่สิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด
2. ทัศนคติเป็นสภาพทางจิตที่มีอิทธิพลต่อการคิด และการกระทำของบุคคลเป็นอย่างมาก เพราะเป็นส่วนประกอบที่กำหนดแนวทางไว้ว่า ถ้าบุคคลประสบสิ่งใดแล้ว บุคคลนั้น ๆ จะทำอะไรที่ต่อสิ่งนั้นในลักษณะอันจำกัด
3. ทัศนคติเป็นสภาพทางจิตที่มีแนวโน้มค่อนข้างจะถาวร ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละบุคคลต่างก็สั่งสมประสบการณ์การรับรู้ และผ่านการเรียนรู้มาเป็นอันมาก อย่างไรก็ตามทัศนคติอาจมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้

การแสดงออกทางทัศนคติโดยอาศัยพฤติกรรมนี้แบ่งเป็น 2 ลักษณะ (Nunnally 1959: 300-301) ดังนี้ คือ

1. การแสดงออกมาในลักษณะพึงพอใจ ชอบ ถ้าคนมีทัศนคติแบบนี้ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดแล้ว ก็จะทำให้คนอยากปฏิบัติ อยากได้ อยากเข้าใกล้สิ่งนั้น เรียกว่า มีทัศนคติเชิงนิมิต
2. การแสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ ถ้าคนมีทัศนคติแบบนี้ต่อสิ่งใ้เราอย่างหนึ่งอย่างใด ก็จะทำให้คนเบียดเบียน ชิงชัง อยากจะหนีให้ห่างจากสิ่งนั้น เรียกว่า ทัศนคติเชิงนิเสธ

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า ทัศนคติคือ ความพร้อมของบุคคลในการที่จะตอบสนองบุคคล วัตถุ สถานการณ์ รวมทั้งความคิดเห็นต่าง ๆ ทั้งในค่านิยมและในค่านิยม แม้ว่าทัศนคติจะไม่ใช่พฤติกรรม แต่ก็ เป็นสิ่งที่กำหนดให้บุคคลประพฤติปฏิบัติ การวัดทัศนคติไม่สามารถจะวัดได้โดยตรง เราสามารถอ้างอิงจากพฤติกรรมหรือการตอบสนองของบุคคลนั้น

2. ต้องเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของทัศนคติในหัวข้อเรื่องเดียวกัน
3. ต้องมีความหมายที่สมบูรณ์และชี้ให้เห็นทัศนคติอย่างเด่นชัด เพียงประเด็นเดียว
4. เป็นข้อความที่ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน ควรเขียนเป็นเอกถกประโยค
5. ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและชัดเจน ไม่ควรใช้ศัพท์เทคนิคทางวิชาการ
6. ข้อความควรจะสั้น ไม่ควรใช้คำมากกว่า 20 คำในแต่ละประโยค
7. แต่ละข้อความจะต้องมีความคิดหรือใจความเดียว
8. ต้องระมัดระวังในการใช้คำคุณศัพท์หรือกริยาวิเศษณ์ เช่น ทั้งหมดเสมอ ๆ ไม่เลย ไม่เคย เป็นครั้งคราว ฯลฯ คำพวกนี้จะทำให้ข้อความกำกวมไม่ชัดเจน
9. ไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธ โดยเฉพาะประโยคปฏิเสธซ้อน ห้ามใช้เด็ดขาด

### เครื่องมือวัดทัศนคติ

การสร้างเครื่องมือวัดทัศนคติขึ้นอยู่กับความเชื่อของบุคคลที่ว่า ทัศนคติจะสามารถวัดออกมาได้โดยวิธีใด ซึ่งในการสร้างนี้ ได้มีผู้เสนอโดยอ้างอิงความเชื่อของตนเองไว้ดังต่อไปนี้

แอล แอล เทอร์สโตน (Thurstone 1967: 77) ให้ความเห็นว่า การวัดทัศนคติโดยตรงไม่ได้ ต้องวัดจากการแสดงออกในรูปความคิดเห็น หรือภาษาพูด ซึ่งอาจวัดได้ไม่แน่นอน เมื่อมีผู้แนะนำ ควรจะวัดทัศนคติจากพฤติกรรมที่แสดงออกจริง ๆ ก็มีผู้คัดค้านเช่นกันว่า อาจคลาดเคลื่อนได้ เพราะพฤติกรรมของคนเรา บางทีก็บิดเบือนไปจากทัศนคติที่มีอยู่จริง ดังนั้น เทอร์สโตน จึงให้ความเห็นว่า ทั้งภาษาและพฤติกรรมที่แสดงออกจริง ๆ เป็นเพียงเครื่องชี้ทัศนคติเท่านั้น ย่อมจะมีความคลาดเคลื่อนตามหลักของการวัดเป็นธรรมชาติ และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้ว เทอร์สโตนได้ใช้การวัดทัศนคติด้วยการตอบว่า "เห็นด้วย" หรือ "ไม่เห็นด้วย" กับข้อความในแบบวัดทัศนคติ แต่ต้องไม่สรุปเอาว่า คน ๆ นั้น จะปฏิบัติตามในหัวข้อที่ตนเองเห็นด้วย

อีกแบบหนึ่งที่มีผู้นิยมกันมากคือ แบบวัดทัศนคติของลิเคอร์ท (Likert Type Scale) ลิเคอร์ท ถือเอาข้อความทุกข้อในแบบวัดทัศนคติมีความสำคัญเท่ากันหมด คะแนนทัศนคติของผู้ตอบแต่ละคนคือ ผลรวมของคะแนนทุกข้อในแบบวัดทัศนคติ ซึ่งลิเคอร์ทถือว่า ผู้มีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งใดก็ตาม โอกาสที่จะตอบเห็นด้วยกับข้อความที่สนับสนุนสิ่งนั้นก็จะมีมาก และโอกาสที่จะตอบเห็นด้วยกับข้อความที่ต่อต้านสิ่งนั้นก็จะมีน้อย ในทำนองเดียวกันกับผู้ที่มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อสิ่งใด โอกาสที่จะตอบ

3. ในการนำผลจากการแสดงความคิดเห็นของผู้ตอบมาพิจารณาตามวิธีของ ลิเคอร์ท์ เมื่อให้นำหนักคำตอบที่ได้แล้ว ไปรวมคะแนนทั้งหมดของผู้ตอบแต่ละคน โดยการรวมคะแนนของแต่ละข้อคำถาม (Item) วิธีการนี้เรียกว่า วิธีการจัดอัตราส่วนประมาณการรวม (Method of Summated Rating) (ไพบูลย์ อินทรวีชา 2517: 158-160)

ในการสร้างเครื่องมือวัดทัศนคติ วิลเลียม เอ สก็อตต์ (Scott 1968: 206-210) ได้เสนอข้อคิดไว้ว่า การศึกษาเพื่อสร้างเครื่องมือวัดทัศนคติ จำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะของทัศนคตินั้น คือ

1. ทิศทางของทัศนคติ แสดงออกได้ 2 ทิศทาง

1.1 ทัศนคติเชิงนิมมาน หรือทัศนคติทางบวก เป็นความโน้มเอียงของอารมณ์ในทางชอบ ฟังพอใจ คอยตามหรือเห็นด้วย ทำให้บุคคลอยากแสดงออกหรือปฏิบัติในทางที่ควรสิ่งนั้น ๆ

1.2 ทัศนคติเชิงนิเสธ หรือทัศนคติทางลบ เป็นความโน้มเอียงของอารมณ์ในลักษณะไม่ฟังพอใจ เกือบหรือต่อต้านไม่เห็นด้วย ทำให้บุคคลเกิดความเบื่อกวนหนึ่ให้ห่างจากวัตถุหรือสภาพการณ์นั้น ๆ

2. ระดับของทัศนคติ หมายถึง การที่บุคคลแสดงความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นอาจมีความรู้สึกเพียงผิวเผิน เล็กน้อย หรือ ลุ่มลึก ทัศนคติระดับผิวเผินจะไม่มี ความคงที่เปลี่ยนแปลงง่าย ส่วนทัศนคติระดับลุ่มลึกจะคงทนถาวรและเปลี่ยนแปลงยาก

3. ความเข้มของทัศนคติ หมายถึง ปริมาณของความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่มีต่อสิ่งใดสิ่งใด ซึ่งจะปรากฏในรูปของความรู้สึกต่อสิ่งนั้นมากหรือน้อยเพียงใด

ในการสร้างเครื่องมือวัดทัศนคตินั้น จะต้องสร้างให้สามารถวัดได้ครอบคลุมทั้งทางค่านิมมานหรือทางบวกและทางนิเสธหรือทางลบ มีระดับของทัศนคติผิวเผิน หรือลึกซึ้งเพียงใด มีความรู้สึกต่อสิ่งที่ต้องการวัดมากน้อยเพียงใด

### ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์

ทอม ฮาลาดิโนนา และ โยฮัน เซาเนสซี่ (Haladyna and Shaughnessy 1982: 548-549) ได้ให้นิยามของทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้หลายด้าน ซึ่งก็เป็นภูมิหลังของทัศนคติที่นักเรียน

มีต่อวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้ คือ

1. ทศนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)
2. ทศนคติต่อนักวิทยาศาสตร์ (Attitudes Toward Scientists)
3. ทศนคติต่อวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ (Attitudes Toward a Method of Teaching Science)
4. ความสนใจทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Interests)
5. ทศนคติต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Attitudes Toward Part of the Curriculum)
6. ทศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (Attitudes Toward the Subject of Science)

ทศนคติต่อวิทยาศาสตร์จึงเป็นท่าทีความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อวิทยาศาสตร์ทางด้านต่าง ๆ ซึ่งแสดงออกทั้ง 2 ทาง คือ

1. ทศนคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิมมาน (Positive Attitude) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะพอใจ ชอบ อยากเรียน อยากรู้ อยากเข้าใจ สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์
2. ทศนคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิเสธ (Negative Attitude) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ ไม่อยากเรียน ไม่อยากเข้าใจ เบื่อหน่าย สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์

อุเทน บุญโญ (2512: 12) ได้รวบรวมลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นเครื่องแสดงทัศนคติของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามระดับ และความเข้มของทัศนคติเอาไว้ ดังนี้

- |            |   |
|------------|---|
| ระดับที่ 1 | บุคคลจะต้องมีความคิดเห็นต่อสิ่งนั้น ๆ ในทางที่ดีในด้านทั่ว ๆ ไป |
| ระดับที่ 2 | บุคคลจะต้องเห็นความสำคัญของสิ่งนั้น                             |
| ระดับที่ 3 | บุคคลจะต้องนิยมชมชอบสิ่งนั้น                                    |
| ระดับที่ 4 | บุคคลจะต้องสนใจสิ่งนั้น   |
| ระดับที่ 5 | บุคคลจะต้องเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้น    |



จากคุณลักษณะทั้ง 5 ที่ อูเทน บัญโญ รวบรวมไว้ นวลจิตต์ โชตินันท์ (2523: 32) จึงกำหนดลักษณะของผู้ที่มีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ว่าเป็นผู้ที่จะต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1. มีความคิดเห็นที่ดีต่อวิทยาศาสตร์โดยทั่ว ๆ ไป
2. มีความรู้ดีกว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ
3. มีความนิยมชมชอบวิทยาศาสตร์
4. มีความสนใจต่อวิทยาศาสตร์
5. แสดงออกหรือมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

#### งานวิจัยในต่างประเทศ

ปี ค.ศ. 1972 คาเนียล จอห์น ซัลลิแวน (Sullivan 1972: 2090-2091) ได้ทำการสำรวจความสามารถทางทักษะปฏิบัติเฉพาะด้านของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาเกรด 9 ในซีทรอยท์ มิชิแกน เมื่อเปลี่ยนห้องเรียนไปเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางทักษะที่ต้องทดสอบมี 3 ด้าน คือ

1. การประสานงานของกล้ามเนื้อ
2. ความคล่องแคล่วในการใช้มือ
3. ความคล่องแคล่วในการใช้นิ้วมือ

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์เกรด 9 มีพัฒนาการของความสามารถทางทักษะในการประสานงานของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วในการใช้มือ ยังไม่ถึงระดับที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนเกือบทั้งหมดไม่มีพัฒนาการในด้านความคล่องแคล่วในการใช้นิ้วมือเลย

ปี ค.ศ. 1973 เจย์ วาลโด กรอสมาร์ค (Grosmark 1973: 3176) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์และทักษะในการปฏิบัติการทดลองกับจำนวนครั้งของการทำปฏิบัติการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนเคมี ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ชานเมือง นิวยอร์ก จำนวน 143 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้ง 2 กลุ่มทำการทดลองเดียวกัน แต่กลุ่มทดลองทำการทดลองซ้ำอีกในช่วงเวลาว่าง เมื่อสิ้นภาคเรียนทำการสอบ

ปฏิบัติการทดลอง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Covariance) แล้วทดสอบความ  
มีนัยสำคัญด้วย  $t$ -test ผลการวิจัยพบว่า ทักษะในการปฏิบัติการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและ  
กลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่าการทำปฏิบัติการทดลองบ่อยครั้ง มี  
ผลทำให้มีทักษะในการปฏิบัติการทดลองดีขึ้น

ปี ค.ศ. 1974 คัทลาส รัสเซล แมคเบธ (Macbeth 1974: 45-51) ได้ศึกษา  
ขอบเขตความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์โดย เปรียบเทียบทักษะ  
การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอนุบาลกับนักเรียนเกรด 3 ผลการวิจัยพบว่า

1. การสอนโดยให้นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเอง ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการ  
วิทยาศาสตร์ในเด็กอนุบาลได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุมากกว่า
2. การสอนโดยให้เด็กเล็ก ๆ ได้ทดลองด้วยตนเองไม่ไคผล สาเหตุหนึ่ง เนื่องมา  
จากทักษะทางด้านการพูดและการตีความสื่อความหมายของเด็กยังไม่ดีพอ

แมคเบธ ยังได้ให้ข้อเสนอแนะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไว้ ดังนี้

1. การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับต้น ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการ  
ทดลองใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในบทเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
2. ทักษะในการใช้อุปกรณ์ของนักเรียนขึ้นอยู่กับอายุ และการพัฒนาระดับสติปัญญาของ  
เด็ก การสอนโดยให้นักเรียนได้เรียนจากของจริงมีผลต่อการเรียนของเด็กเล็กมากกว่าในเด็กโต

ในปีเดียวกัน โรเบอร์ต เจมส์ เฮียเล (Hearle 1974: 7067) ได้ทำการวิจัยเพื่อ  
ตรวจสอบทักษะในการปฏิบัติการทดลอง และการวัดผลทักษะในการปฏิบัติการทดลองเคมีของ  
นักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ตรวจสอบทักษะในการปฏิบัติการทดลองที่ต้องการให้เกิดขึ้นในการทดลองเคมีของ  
นักเรียนในระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อสร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติการทดลอง
3. ศึกษาว่าหลักสูตรวิชาเคมี และเพศของนักเรียนมีผลต่อทักษะในการปฏิบัติการทดลอง  
หรือไม่

4. ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาวิชากับทักษะในการปฏิบัติการทดลอง

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนจากโรงเรียนในไกลเขตมหาวิทยาลัยแห่งรัฐแมริแลนด์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนหลักสูตร IAC (Interdisciplinary Approach to Chemistry) กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียน ก่อนทำการสอน 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการทดสอบ Pre-test และเมื่อจบบทเรียน ทำการทดสอบ Post-test เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะในการปฏิบัติการทดลองมีความตรงตามเนื้อหาและมีความเที่ยงสูง ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนหลักสูตร IAC มีทักษะปฏิบัติในการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ
2. นักเรียนที่เรียนหลักสูตร IAC มีทักษะปฏิบัติในการทดลอง (Manipulative Skills) สูงกว่าทักษะการคิด (Cognitive Skill)
3. นักเรียนชาย-หญิงมีความสามารถทางทักษะปฏิบัติการทดลองไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ
4. ความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับความสามารถทางทักษะปฏิบัติในการทดลอง (Manipulative Skills) และทักษะการคิด (Cognitive Skill) มีความสัมพันธ์กัน แต่มีความสัมพันธ์กันต่ำ

ปี 1976 รอดเนย์ แอล โดแรน และ แมรี ซี โคทริค (Doran and Dietrich 1976: 495-502) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางทักษะปฏิบัติของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์กับพวกที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จากนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาในนิวยอร์ก จำนวน 199 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ 147 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อย คือ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ 52 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถทางทักษะปฏิบัติของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์และไม่ได้อ่านเรียนวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติแตกต่างกัน

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพฯ จำนวน 28 โรงเรียน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 14 โรงเรียน กลุ่มควบคุม 14 โรงเรียน กลุ่มทดลองที่ ทราบวัตถุประสงค์มี 3 ประเภท คือ

1. ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลอง 1 วันก่อนทำการทดลอง
2. ใฝ่อ่านและทำความเข้าใจวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองมาแล้ว อย่างดี
3. มีความรู้ในเรื่องที่ทำการทดลองมาก่อนแล้ว และหลังจากการทดลองเสร็จสิ้น แล้ว สามารถทดสอบไต่ถามบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการทดลองเดียวกัน หลังจากนั้นประเมินผล ทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองและทักษะการคิด นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน ผล การวิจัยพบว่า

1. ทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่าง จากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ทักษะการคิดของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่างจาก นักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

#### งานวิจัยในประเทศไทย

ในประเทศไทยงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์โดยตรงยัง ไม่มี แต่จะเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และการสร้างเครื่องมือ สังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในค่านักเรียนในการทดลอง ซึ่งจะกล่าวเป็น ลำดับต่อไป

ปี พ.ศ. 2517 อุบลพงษ์ วัฒนเสรี (2517: ค-ง) ได้ศึกษา ทักษะการใช้ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เพื่อ

1. เปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการแนะนำ และสาธิตวิธีการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้รับการแนะนำ และสาธิตการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง

2. เปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่

1-3

ผู้วิจัยได้เลือกห้องเรียนที่มีความซับซ้อนของคะแนนสอบไม่แตกต่างกันระดับละ 2 ห้องเรียน ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมทดลองสอนโดยผู้วิจัย แนะนำ และสาธิตวิธีการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง 5 ชนิด แก่กลุ่มทดลองทุกครั้งก่อนทำปฏิบัติการ การรวบรวมข้อมูลได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างทำปฏิบัติการ แล้วให้ คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยสุ่มสังเกตจากพฤติกรรมของ นักเรียนห้องละ 10 คน สังเกตการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ 5 ชนิด ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างจากนักเรียนกลุ่ม ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ยกเว้นทักษะการใช้กรวยกรอง

2. ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ปี พ.ศ. 2523 ประศาสน์ ชูมนาเสียว (2523: ค) ได้ศึกษาการสร้างเครื่องมือ สังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อสังเกต พฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในด้านทักษะการทดลองและการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 104 คน ทำการสังเกตพฤติกรรมในด้านทักษะการทดลองและการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ทักษะในการทดลองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ปี พ.ศ. 2524 อุนดีย์ วิเศษพานิช (2524: ก-ง) ได้ศึกษาผลของจำนวนนักเรียนในกลุ่มการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ตัวอย่างประชากรระดับละ 72 คน แบ่งกลุ่มทำการทดลองเป็น 2, 4 และ 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ ตารางแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ แล้วนำผลมาวิเคราะห์และทดสอบความมีนัยสำคัญด้วย t-test ผลการวิจัยพบว่า

1. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน แตกต่างจากนักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 2 คน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่ม 2 คน และกลุ่ม 4 คน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน แตกต่างจากนักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่ม 4 คน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์

##### งานวิจัยในต่างประเทศ

ปี ค.ศ. 1973 โรเบิร์ต เควิค แอลลิสัน (Allison 1973: 3422) ได้ศึกษาทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่เรียนวิชาเคมีในระดับวิทยาลัย จากการปฏิบัติการทดลองเพื่อศึกษาวานักศึกษาที่เรียนวิชาเคมีพื้นฐานควยการปฏิบัติการทดลอง โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ กับวิธีที่เคยปฏิบัติกันมา ทอการเปลี่ยนแปลงทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และทักษะปฏิบัติในการปฏิบัติการทดลองกลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาจำนวน 77 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง 41 คน กลุ่มควบคุม 36 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ทำปฏิบัติการทดลอง โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ และวิธีที่เคยปฏิบัติกันมาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ทำปฏิบัติการทดลอง โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ และวิธีที่เคยปฏิบัติกันมา ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
3. ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ทำปฏิบัติการทดลอง โดยวิธี

สืบเสาะหาความรู้และวิธีที่เคยปฏิบัติกันมา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ปี ค.ศ. 1974 เฮเลนมารี ฮอร์เบอร์ท ฮอฟแมน (Hofman 1974: 7068) ได้ทำการวิจัยเพื่อปรับปรุงวิธีการวัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 8 ขวบ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 79 คน วัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ ก่อนระบวนการวิทยาศาสตร์และต่อนักวิทยาศาสตร์ โดยการสนทนาโต้ตอบกัน แล้วบันทึกการสนทนาไว้ด้วยเทปบันทึกเสียง หลังจากนั้นจะมีกรรมการ 4 คน คัดสินใจคะแนนจากการเปิดเทปบันทึกเสียง แล้วแปลงเป็นมาตราวัดทัศนคติ 3 ระดับ คือ บวก เป็นกลาง และลบ ผลการวิจัยพบว่า ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาย-หญิง ไม่แตกต่างกัน

ปี ค.ศ. 1975 เจอร์รี บี แอเรส และ ซินเซีย โอ ไพร์ซ (Ayres and Price 1975: 311-318) ได้ศึกษาการวัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และต่อนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยศึกษาว่าทัศนคติขึ้นอยู่กับสิ่งใดบ้าง อันได้แก่ ระดับชั้นเรียน เพศ หลักสูตร และการฝึกครูออกไปสอนในโรงเรียนต่าง ๆ ผลปรากฏว่า นักเรียนเกรด 4 ชอบวิทยาศาสตร์มากกว่าเกรด 8 นักเรียนเกรด 4 และเกรด 5 มีทัศนคติทางบวก นักเรียนเกรด 6 มีปฏิกริยาทางลบหลายอย่าง การวิจัยครั้งนี้สนับสนุนว่า ทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์จะมีมากในระดับประถมศึกษาและลดลงในระดับมัธยมศึกษา

ปี ค.ศ. 1976 ดี ซาดาวา (Sadava 1976: 79-83) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของบุคคลทั่วไปกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผู้ที่ไม่เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีทัศนคติทางลบมากกว่าคนทั่วไป

ปี ค.ศ. 1978 ดาร์รี เจ แฟร์แบงค์ (Fairbank 1978: 5882) ได้ศึกษาทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก เพื่อสำรวจทัศนคติของนักศึกษาและนำผลการวิจัยไปใช้ในการร่างหลักสูตรวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกและอวกาศ โดยทั่วไปแล้ว นักศึกษาที่ไม่เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก จะมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิทยาศาสตร์ การร่างหลักสูตรจึงมุ่งแก้ไขจุดนี้ คือ เปลี่ยนใหม่ทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ทางลบ จะมีความล่าช้าในการเลือกเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์

ที่เป็นวิชาบังคับอย่างมีนัยสำคัญและดังเลิใจที่จะเลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะรู้สึกว้าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก

ปี ค.ศ. 1979 จอห์น วิลเลียม แดบเปอร์ (Dapper 1979: 5429) ได้ศึกษาตัวพยากรณ์ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก จากนักศึกษาจำนวน 304 คน ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพและชีววิทยา ซึ่งเป็นวิชาบังคับพื้นฐานมาแล้ว ผลการวิจัยพบว่าตัวแปรที่ใช้เป็นตัวพยากรณ์ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความถนัดทั่วไปของนักเรียน และ Locus of control ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการพยากรณ์ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ที่สุด คือ ความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์

ในปีเดียวกัน ประจวบจิต คำจตุรัส (Kamchaturus 1979: 4760) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรายวิชาที่เรียนในระดับมัธยมศึกษา กับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ไม่เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก จากนักศึกษาในมหาวิทยาลัยไอศลาโฮมา จำนวน 114 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. จำนวนรายวิชาที่เรียนในชั้นมัธยมศึกษา กับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันต่ำมาก ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. จำนวนรายวิชา และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ปี ค.ศ. 1980 ปัก ซุงแจ (PakSung-Jae 1980: 4512) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ และการสอนวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่เรียนวิชาการศึกษาศาสตร์เป็นวิชาเอกในประเทศเกาหลี จากนักศึกษาในระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษาจำนวน 1576 คน จากสถาบันอุดมศึกษา 8 แห่ง ผลการวิจัยพบว่า

1. นักศึกษาที่เรียนการศึกษาศาสตร์เป็นวิชาเอกมีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และการสอนวิทยาศาสตร์
2. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักศึกษามีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง



ในปีเดียวกัน โทมัส โอคูติกเบ อเซเก (Azeke 1981: 1084) ได้ศึกษาทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และการสอนวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา 3 กลุ่ม คือ ผู้บริหารการศึกษา ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ และนิสิตปริญญาโทที่กำลังศึกษาอยู่ในสถาบันผลิตครู จำนวน 191 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้บริหารการศึกษามีทัศนคติเป็นลบมาก นิสิตปริญญาโท มีทัศนคติเป็นบวกมาก ส่วนครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับกลาง ๆ
2. ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และนิสิตปริญญาโทที่เป็นเพศชายมีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และการสอนวิทยาศาสตร์

ในปีเดียวกัน วิลเลียม เอ็ดเวิร์ก สปุเนอร์ (Spooner 1981: 2057) ได้ศึกษาทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับอนุบาลศึกษาจากนักเรียน 3147 คน ในมลรัฐ นอร์ทคาโรไลนา โดยสังเกตพฤติกรรม 16 พฤติกรรม ในการทดสอบ Pre-test ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน หลังจากนั้นสอนบทเรียนตามหลักสูตร SCIS (Science Curriculum Improvement Study) เมื่อจบบทเรียนทำการทดสอบ Post-test วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ANOVA ผลการวิจัยพบว่า

1. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนไม่มีความสัมพันธ์กัน
2. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ไม่มีความสัมพันธ์กัน
3. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของครูมีความสัมพันธ์กับ เวลาที่ใช้ในการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นั่นคือ ครูที่มีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์จะแบ่งเวลาให้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มาก

ปี ค.ศ. 1982 โมฮะเมต อาห์เมต โมฮะเมต เซลิม (Selim 1982: 3001) ได้ศึกษา ผลของการสอนแบบให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้และการสอนแบบบรรยายต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 5 ในอียิปต์ จากนักเรียน จำนวน 276 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามคะแนนที่ได้จากการทดสอบ Non-Verbal Intelligence test แต่ละกลุ่มมีนักเรียนชาย 69 คน หญิง 69 คน ทำการทดลอง 21 วัน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ค้นคว้าหาความรู้มีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. นักเรียนชาย-หญิงมีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ในปีเดียวกัน ลินน์ แมคคลาสกี คอรัเนทท์ (Cornett 1982: 3532) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างหลักสูตร Elementary Science Study (ESS) กับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 ที่อยู่นอกเมืองทางตะวันตกของ มลรัฐนิวเจอร์ซีย์ จำนวน 1901 คน ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตร อีเอสเอส (ESS) กับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กันและเด็กชายมีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ทางบวกสูงกว่าเด็กหญิง

### งานวิจัยในประเทศ

การวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์สำหรับประเทศไทยมีน้อยพอจะรวบรวมได้ดังต่อไปนี้

ปี พ.ศ. 2523 อนันต์ จันทร์แก้ว (2523: ค-ง) ได้ศึกษาผลของการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมปีที่ 2 เพื่อศึกษาว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2 กลุ่ม ซึ่งได้รับการสอนจากครูที่มีคุณสมบัติต่างกัน คือ ครูที่ได้รับการฝึกจนมีความสามารถในการใช้คำถามกับครูที่ไม่ได้รับการฝึกการใช้คำถาม ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนจากครู ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ปี พ.ศ. 2524 นวลจิตต์ โชติพันธ์ (2524: ค-ง) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่าง การอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ ในเขตกรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ทาคความสัมพันธ์ระหว่างระดับของการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์มากน้อยต่างกัน กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์

2. เปรียบเทียบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่มีระดับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์มากน้อยต่างกัน

กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 400 คน ผลการวิจัยพบว่า

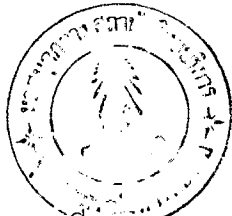
1. ระดับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์มากน้อยต่างกัน กับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่มีระดับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์มากน้อยต่างกันมีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

นอกจากงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์แล้ว ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และปัญหาในการประเมินผลการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในประเทศ ซึ่งนับว่ามีประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้ พอรวบรวมได้ดังนี้ คือ

ปี 2523 บัญญา อุทัยพัฒน์ (2523: 39-40) ได้ศึกษาปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานครจากครูชาย-หญิง ในโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ 100 โรงเรียน จำนวน 279 คน ผลการวิจัยพบว่า ครูมีปัญหาค้นต่าง ๆ คือ ด้านการเตรียมการสอน คุณภาพและปริมาณเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไม่ดีและไม่เพียงพอ ทักษะและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ยังไม่ดีพอ ความปลอดภัยในการทำกิจกรรมการทดลอง ด้านความสนใจและตั้งใจเรียนของนักเรียน นักเรียนชอบให้ครูสรุปผลการทดลองให้ และครูโรงเรียนราษฎร์กับโรงเรียนรัฐบาลมีปัญหาในการสอนปฏิบัติการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ในปีเดียวกัน อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ (2523: 38-39) ได้ศึกษาปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตกรุงเทพมหานคร จากครูชาย-หญิง ในโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ 100 โรงเรียน จำนวน 311 คน ผลการวิจัยพบว่า



ครูมีปัญหาค้นต่าง ๆ คือ ด้านการเตรียมการสอน ครูไม่สามารถเอาเนื้อหาวิชาตามสม-  
ผลานกับการสอนปฏิบัติได้ ด้านคุณภาพและปริมาณของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไม่ดีและไม่เพียงพอ  
ด้านทักษะและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่ดีพอ ด้านความปลอดภัยในการทำกิจกรรม  
ด้านความสนใจและตั้งใจเรียนของนักเรียน นักเรียนชอบให้ครูสรุปผลการทดลองให้ ครู  
โรงเรียนรัฐบาลและครูโรงเรียนราษฎร์มีปัญหามากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ปี 2526 สิรินทร สุทธราภิวัฒน์ (2526: 50-63) ได้ศึกษาปัญหาการประเมินผล  
การเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา จากครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับ  
มัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร ทั้งโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ จำนวน  
177 คน ซึ่งทำการสอนวิชา เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์กายภาพ ในด้านที่  
เกี่ยวกับการปฏิบัติตามระเบียบการประเมินผลการเรียน ผลการวิจัยพบว่า การประเมินผลด้าน  
ทักษะปฏิบัติ เช่น การเลือกใช้เครื่องมือ การหยิบจับเครื่องมือ ครูไม่ได้ปฏิบัติตามระเบียบ  
การประเมินผลการเรียน คิดเป็นร้อยละ 5.14 สาเหตุเพราะ จำนวนเครื่องมือที่ซื้อมี  
ไม่เพียงพอ จำนวนนักเรียนในแต่ละห้องมีมากเกินไป ครูไม่มีเวลาในการประเมินผลด้าน  
ทักษะการปฏิบัติ เครื่องมือขาดประสิทธิภาพ สภาพห้องเรียนไม่เหมาะสม

สรุปผลงานวิจัยของต่างประเทศและงานวิจัยในประเทศไทยที่กล่าวมาแล้ว

1. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

งานวิจัยของต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ มีการวิจัย  
กันไม่กว้างขวางนัก สิ่งที่นักวิจัยต่างประเทศทำการวิจัยก็คือ การวิจัยเกี่ยวกับ จำนวนครั้งใน  
การทำปฏิบัติการทดลอง ผลของการได้ฝึกทักษะ และผลของการทราบดีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม  
ซึ่งมีผลต่อทักษะในการปฏิบัติการทดลองและนอกจากนี้ ก็ทำการสำรวจทักษะปฏิบัติในการปฏิบัติ  
การทดลองที่ต้องประเมินชี้คจำกัดหรือขอบเขตความสามารถในการใช้อุปกรณ์ของเด็ก เปรียบ  
เทียบความสามารถทางทักษะปฏิบัติของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ และไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์  
ผลจากการวิจัยพบว่า จำนวนครั้งของการทำปฏิบัติการทดลอง การฝึกทักษะด้วยวิธีต่าง ๆ และ  
การที่นักเรียนได้ทราบดีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการทดลอง จะช่วยให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติ  
ในการทดลอง ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่า การที่นักเรียนได้ทำการทดลองบ่อย ๆ การได้ฝึกทักษะ และ

การที่นักเรียนได้ทราบวัตถุประสงค์ในการทำปฏิบัติการทดลอง เป็นสิ่งที่จะช่วยให้เด็กเรียนมีทักษะปฏิบัติในการทดลองที่ขึ้น และผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะปฏิบัติ หลักสูตรจะต้องเอื้ออำนวยให้เด็กได้มีโอกาสฝึกทักษะ ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน เห็นได้ว่าทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นสิ่งที่น่าจะทำการศึกษาถึง และยังจะช่วยให้ทราบว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอื้อต่อการให้เด็กได้ฝึกทักษะในการปฏิบัติมากน้อยเพียงใด

ส่วนงานวิจัยในประเทศไทยไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติ ในการทดลองวิทยาศาสตร์โดยตรง แต่เป็นงานวิจัยเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับชั้นต่างกัน กลุ่มหนึ่งได้รับการแนะนำการใช้อุปกรณ์จะนำไปใช้ ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งไม่ได้รับการแนะนำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการแนะนำการใช้อุปกรณ์จะมีทักษะในการใช้อุปกรณ์ดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการแนะนำ แม้ว่าจะมีระดับชั้นเรียนแตกต่างกันก็ตาม นอกจากนี้ก็มีงานวิจัยเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการแบ่งกลุ่มทดลองจำนวนต่าง ๆ กัน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการใช้อุปกรณ์ของกลุ่มที่มีจำนวนคนแตกต่างกันมีทักษะแตกต่างกัน

## 2. งานวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์

งานวิจัยของต่างประเทศที่เกี่ยวกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ เน้นการศึกษาผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบต่าง ๆ ผลจากการใช้หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นใหม่ ต่อการมีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ และสำรวจตัวแปรที่จะใช้ในการพยากรณ์ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ สำรวจทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา นักศึกษาที่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์และไม่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาและบุคคลทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า การใช้เทคนิคการสอนใหม่ ๆ และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่ ๆ จะช่วยพัฒนาทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ทางบวกให้สูงขึ้น นักศึกษาที่เรียนวิทยาศาสตร์มีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ ส่วนนักศึกษาที่ไม่เรียนวิทยาศาสตร์ก็เพราะรู้สึกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก ตัวแปรที่จะใช้พยากรณ์ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุด คือ ความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ รองลงมา คือ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และผลการสำรวจทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์พบว่า นักศึกษามีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์

สูงกว่าผู้บริหาร แต่นักศึกษามีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์น้อยกว่าบุคคลทั่วไป

สำหรับการวิจัยในประเทศไทย มีการวิจัยด้านนี้ค่อนข้างน้อยมาก จะเห็นได้ว่าในรอบ 10 กว่าปีที่ผ่านมานี้แทบจะไม่มีการวิจัยเลย งานวิจัยที่มีก็เกี่ยวกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่มีคุณสมบัติต่างกัน คือ ครูที่ได้รับการฝึกการใช้คำถามกับครูที่ไม่ได้รับการฝึกการใช้คำถาม และสำรวจระดับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ มากน้อยต่างกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การที่ครูได้รับการฝึกการใช้คำถามหรือไม่ได้รับการฝึกการใช้คำถาม ก็ไม่ได้ทำให้ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกัน ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่า การใช้คำถามของครูไม่มีอิทธิพลพอจะเปลี่ยนทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของเด็กได้ ส่วนระดับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ที่มีระดับมากน้อยต่างกัน มีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกันด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระดับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ จะเป็นเครื่องชี้บอกถึงการมีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ได้

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของต่างประเทศ ทำให้ผู้วิจัยคิดว่า หลังจากการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์และวิธีสอนตามการเสนอแนะของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาแล้ว จะทำให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์มากขึ้นเพียงใด และมีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นเช่นใด ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาเคมีตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย