

## บทที่ ๑

# การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

### จุดประสงค์

เมื่อศึกษาบทเรียนนี้แล้ว ท่านควรจะสามารถ

1. อธิบายองค์ประกอบที่สำคัญของวิทยาศาสตร์
2. สรุปขั้นตอนของระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. นำความรู้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาคำถามการเรียนการสอน
4. มีทักษะการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ ทั้งในด้านการเมือง การปกครอง เศรษฐกิจ และพัฒนาสังคม และสิ่งแวดล้อม วิชาวิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดไว้ในหลักสูตรระดับชั้นต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับชั้นประถม มัธยม และอุดมศึกษา นอกจากนี้โรงเรียนศึกษาผู้ใหญ่ การศึกษานอกโรงเรียน และโรงเรียนการศึกษาพิเศษก็ยังได้มีการจัดวิชาความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ไว้ด้วย เพราะถือว่าเป็นสิ่งที่ผูกพันกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ซึ่งจะขาดเสียมิได้

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นความรู้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้

ส่วนที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ สมมติฐาน ทฤษฎี และกฎต่าง ๆ (นิตา สะเพียรชัย และคณะ, ข่าวสาร สสวท. ฉบับที่ 3-4, 2523) และ

ส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ ในส่วนนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนที่เป็นหลักใหญ่สำคัญ คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับการดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้ นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) ได้แก่ ทักษะในการสังเกต การวัด การคิดคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ การจักจำแนก การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การทำนาย การสรุปอ้างอิง การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ การแปลความหมายข้อมูลและการสรุปการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร และทักษะในการทดลอง โดยนำเอาทักษะเหล่านี้ไปใช้ในแต่ละขั้นตอนตามความต้องการและความเหมาะสม ในการใช้เพื่อแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ชุดการเรียนรู้ การสอนหน่วยที่ 5 เรื่องการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์, 2524, หน้า 6.)

ในส่วนที่เป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้เคยกล่าวไว้ในบทก่อน ๆ บ้างแล้ว แต่เพื่อให้ นักศึกษามีความเข้าใจในแนวทางของการแก้ปัญหาของนักวิทยาศาสตร์ จะขอนำมากล่าวอีกครั้ง เพื่อแสดงให้เห็นถึงส่วนที่เป็นหลักใหญ่อีกส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหาความรู้ เพื่อเป็น ข้อเตือนใจครูวิทยาศาสตร์หรือครูสอนวิชาอื่นก็สามารถนำไปใช้ได้ว่า นักวิทยาศาสตร์นั้น มิได้ใช้แต่ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างเดียว แต่เขาจะต้องเป็นผู้มีเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ในตนเองด้วย ซึ่งจะแสดงคุณลักษณะต่าง ๆ หรือมีพฤติกรรมแสดงออกหลาย ประการที่สำคัญและเห็นได้เด่นชัด คือ

1. มีความสนใจ กระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็นในสิ่งต่าง ๆ และค้นคว้าหาความรู้ให้ กว้างขวางอยู่เสมอ
2. มีความสังเกต รู้จักสังเกต และมีความละเอียดถี่ถ้วน และรอบคอบ ทั้งในการสังเกต และการทดลอง
3. มีความรับผิดชอบ รับชอบ เมื่อสิ่งใดผิดก็รู้จักปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง
4. ทำงานเป็นระบบ มีการวางแผนล่วงหน้าอย่างรัดกุม มีระเบียบ มีลำดับขั้นและปฏิบัติได้
5. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นธรรมโดยไม่ยึดมั่นในความคิด ของตนฝ่ายเดียว
6. มีเหตุผล ไม่เชื่อถืออะไรอย่างง่าย ๆ โดยปราศจากข้อมูลอย่างเพียงพอ หรือจนกว่า จะได้ทดลองให้เห็นจริง
7. มีความเสียสละทั้งกำลังกาย กำลังใจ เพื่อประโยชน์แก่ส่วนรวม เพื่อเป็นวิทยาทาน และเพื่อประโยชน์ต่อมนุษยชาติ (ในกรณีข้อนี้บางครั้งอาจรวมถึงการบริจาคทรัพย์สินหรือสิ่งของ

ตามควรแก่อัตภาพหรือตามศรัทธา เช่น การจัดสวนหย่อมเพื่อลดมลภาวะ)

8. มีความซื่อสัตย์สุจริตทั้งในการคิดและการกระทำ และจะต้องหมั่นตรวจสอบผลที่ได้รับอยู่เสมอ

9. การยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิต

นักวิทยาศาสตร์สาขาใด ๆ ก็ตาม มักจะมีวิธีการในการศึกษาหาความรู้ที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ จะเริ่มต้นจากปัญหา และในขั้นต่อไปจะหาทางคิดหาคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งเรามักจะเรียกคำตอบในเบื้องต้นนี้ว่าเป็นสมมติฐานก่อน โดยคาดว่าสมมติฐานนี้น่าจะอธิบายหรือเป็นคำตอบของปัญหานั้น ๆ ได้ และจะมีการตรวจสอบสมมติฐานที่สร้างหรือถูกกำหนดขึ้นมา

ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นตัวอย่างสังเขปเพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และแพทย์ในอดีตที่ผ่านมา

ลิสเตอร์ (Lord Joseph Lister; ค.ศ. 1827—1912) ศัลยแพทย์ชาวอังกฤษ พบว่าการที่คนไข้ป่วยเจ็บและล้มตายลงเนื่องจากแผลในการผ่าตัดเป็นพิษนั้นก็เพราะได้รับเชื้อโรค เขาริเริ่มการใช้ยาฆ่าเชื้อ (Antiseptics) โดยการพ่นกรดคาร์บอลิกอย่างเจือจางไปในอากาศในห้องผ่าตัด นับเป็นการเริ่มต้นของกระบวนการใช้ยาฆ่าเชื้อโรคในทางการแพทย์

หลุยส์ ปาสเตอร์ (Louis Pasteur; ค.ศ. 1822—1895) เป็นนักเคมีชาวฝรั่งเศส ได้ทดลองจนเห็นจริงได้ว่าชีวิตเกิดเองไม่ได้ ต้องมีพ่อแม่มาก่อน เขาสามารถทดลองค้นคว้าจนพบว่าถ้าจะเก็บเหล้าองุ่นไม่ให้เสีย ต้องทำลายจุลชีวนที่เป็นสาเหตุของการบูดเน่าเสียก่อน โดยการทำให้ร้อนถึง 55 องศาเซนติเกรด กระบวนการฆ่าเชื้อโรคโดยใช้ความร้อนนี้ยังใช้อยู่จนถึงปัจจุบันนี้ เราเรียกว่า พาสเจอร์ไรเซชัน (Pasteurization) ใช้สำหรับทำความสะอาดเหล้าองุ่น เบียร์ และนม ผลงานของหลุยส์ ปาสเตอร์ ยังมีอีกมาก เขาได้ค้นคว้าทำวัคซีนฉีดฝูงแกะเพื่อป้องกันโรคแอนแทรกซ์ซึ่งเป็นโรคระบาดสัตว์ได้สำเร็จ งานสำคัญยิ่งอีกชิ้นหนึ่ง คือ เขาสามารถทำวัคซีนสำหรับฉีดคนและสุนัขเพื่อป้องกันโรคพิษสุนัขบ้าหรือโรคกลัวน้ำได้เป็นผลสำเร็จ

โรเบิร์ต ค็อก (Robert Koch; ค.ศ. 1843—1910) แพทย์เยอรมัน ผู้พิสูจน์ให้เห็นจริงได้ว่า บัคตรีอย่างหนึ่งทำให้เกิดโรคเฉพาะอย่าง และเขาได้วางหลักเกณฑ์ว่าด้วยบัคตรีกับการเกิดโรคไว้ เป็นที่ยอมรับนับถือกันมาจนถึงปัจจุบันนี้ เขาสามารถแยกจุลชีวนที่เป็นสาเหตุของโรคแอนแทรกซ์ได้ ในปี 1876 และในปี 1882 ค้นพบและสามารถแยกบัคตรีที่เป็นเชื้อวัณโรคออกมาได้

ในปี ค.ศ. 1929 เซอร์ อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง (Sir Alexander Fleming) นักบัคตรีวิทยาชาวอังกฤษ ได้ค้นพบปฏิชีวนะสารชนิดแรก คือ เพนิซิลลินโดยบังเอิญ ในขณะที่เขาเพาะเลี้ยง

แบคทีเรียชนิดหนึ่ง ชื่อสตาฟิลโลคอคโค ในจานเพาะเลี้ยง เขาสังเกตเห็นว่ามีราชนิดหนึ่งเจริญขึ้น อยู่ในจานเพาะแบคทีเรียด้วย และบริเวณรอบ ๆ ราไม่มีแบคทีเรียเจริญอยู่เลย เขาคิดว่าราชนิดนั้น ซึ่งชื่อเพนิซิลเลียม ให้สารชนิดหนึ่งออกมา ซึ่งหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดที่เขาเพาะได้ นับว่าเป็นการค้นพบปฏิชีวนะสารชนิดแรก ปฏิชีวนะสาร (Antibiotics) คือ สารซึ่งผลิตขึ้นโดยสิ่งที่มีชีวิต (เช่น พวงรา) และมีอำนาจยับยั้งหรือคุกคามชีวิตอื่นได้ เขาพยายามจะสกัดแยกสารปฏิชีวนะอันนั้นออกมา แต่ไม่สำเร็จ หลังจากนั้น 10 ปี เซน (Chain) และ ฟลอเรีย (Florey) ซึ่งปฏิบัติงานอยู่ที่มหาวิทยาลัยออกซ์ฟอร์ด สามารถแยกสารนั้นออกมาและทำให้บริสุทธิ์ได้เป็นสารที่เสถียร ใช้เป็นยารักษาโรคได้ เรียกว่าเป็นยาปฏิชีวนะชนิดแรก หลังจากนั้นมีการค้นคว้าและค้นพบยาปฏิชีวนะอีกหลายชนิด เช่น สเตรพโตไมซิน ออริโอไมซิน ฯลฯ ยาปฏิชีวนะมีอำนาจในการรักษาโรคที่เกิดจากเชื้อหลายโรค แต่การใช้ยาปฏิชีวนะเกินขนาดและเกินกำหนดหรือสำหรับบางคนโดยเฉพาะอาจเป็นอันตรายได้จึงต้องใช้ตามคำสั่งแพทย์

ในระยะเวลาเดียวกัน มีการค้นพบและสังเคราะห์ยาจำพวกซัลฟา (Sulpha Drugs) ซึ่งใช้รักษาโรคกันเป็นที่แพร่หลาย แต่ก็ต้องใช้ตามคำสั่งแพทย์เช่นกัน

ก่อนปี ค.ศ. 1935 คนอเมริกันที่มีอายุระหว่าง 35-55 ตายด้วยโรคนิวมอเนียถึงปีละประมาณ 55,000 คน โรคนี้เกิดจากแบคทีเรียชื่อนิวโมคอคคัส ยาจำพวกซัลฟาทำให้จำนวนผู้เสียชีวิตด้วยโรคนี้นลดลงมาก และเมื่อค้นพบยาเพนิซิลลินก็สามารถช่วยผู้ป่วยโรคนี้นี้ไว้ได้เกือบทั้งหมด

เมื่อปี พ.ศ. 1953 เอ็ดเวิร์ด โยนาส ซอลส์ค (Edward Jonas Salk) ผู้อำนวยการสถาบันการวิจัยเกี่ยวกับไวรัสที่โรงเรียนแพทย์ในพิตส์เบิร์ก สหรัฐอเมริกา ค้นพบวัคซีนซึ่งสามารถป้องกันโรคโปลิโอหรือโรคอัมพาตในเด็กได้ ปัจจุบันมีการฉีดวัคซีนป้องกันโรคโปลิโอแพร่หลายไปทั่วโลก

ปัจจุบันเรามีวัคซีนนานาชนิดสำหรับป้องกันโรคต่าง ๆ ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ เช่น อหิวาตกโรค ไข้ไทฟอยด์ โรคบาดทะยัก โรคคอตีบ และอื่น ๆ

ในระหว่างยุคนี้ คือ ราว ๆ กลางคริสต์ศตวรรษที่ 16 แพทย์ชาวอิตาลีเลียนชื่อ เรดี (Francesco Redi) ได้ทำการทดลองคัดค้านทฤษฎีหรือความเชื่อที่ว่าสิ่งมีชีวิตเกิดเองได้ เขาพิสูจน์ว่าหนอนในเนื้อเน่าเกิดจากไข่ของแมลงวันที่ไม่ไปตอมเกาะก้อนเนื้อ ไม่ใช่เกิดเองจากก้อนเนื้อ เขาเชื่อว่าสิ่งที่มีชีวิตต้องเกิดจากสิ่งที่มีชีวิตเสมอ สิ่งที่มีชีวิตจะเกิดเองไม่ได้

ตัวอย่างดังกล่าวนี้เป็นตัวอย่างที่เน้นในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยา แต่เป็นทางด้านของโรคภัยไข้เจ็บ ทั้งนี้เพราะผู้เขียนมีเหตุผลว่าเป็นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวคนเรา หรือเป็นสิ่งแวดล้อม

ที่ใกล้ตัวที่สุด อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้ามาก มีการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหาทั้งเก่าและปัญหาใหม่ ๆ และ/หรือเป็นเรื่องราวเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ที่มนุษย์อยาก رؤ้อยากเห็น และความใจกว้างของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์นี้เอง มนุษย์ในยุคปัจจุบันจึงได้ศึกษา ค้นคว้า และเกิดการเรียนรู้ ได้รับความรู้ใหม่ ๆ และมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ดังที่หลาย ๆ องค์การปฏิบัติกันอยู่

เพื่อให้ศึกษานำแนวความคิดของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในรายละเอียดของบทนี้จะกล่าวถึงระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

### ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์คืออะไร

ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) เป็นวิธีการที่เป็นระบบมีระเบียบแบบแผน มีการดำเนินการเป็นขั้น ๆ ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน บางทีเรียกว่า วิธีการแห่งปัญญา (Method of Intelligence) หรือวิธีการแก้ปัญหา (Method of Problem Solving) ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้หาความรู้มานานแล้ว แต่เพิ่งนำมาจัดลำดับขั้นตอนและกำหนดให้เป็นวิธีการดังกล่าวในศตวรรษที่ 19 ในปัจจุบันมนุษย์ได้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และสังคมวิทยา

ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ พอสรุปเป็นขั้น ๆ ได้ดังนี้

1. **ขั้นกำหนดหรือตั้งปัญหา (Location of Problem)** ปัญหาคือสิ่งที่เรายังไม่รู้ ยังไม่เข้าใจหาวิธีแก้ไขยังไม่ได้ หรือเป็นข้อสงสัย และเรายังต้องการแก้ปัญหา นั้น ๆ เช่น ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น มีสาเหตุมาอย่างไร เพราะเหตุใด เป็นต้น การกำหนดปัญหาเป็นสิ่งสำคัญ เพราะเป็นขั้นต้นเราจะต้องใช้ทักษะการสังเกตมาเกี่ยวข้องด้วย เช่น เราปลูกต้นมะม่วงชนิดหนึ่งไว้เป็นเวลานาน 10 ปี แล้วปรากฏว่าต้นมะม่วงไม่เจริญงอกงามและไม่เคยออกดอกเลย ดังนั้นปัญหาคือเพราะเหตุใดมะม่วงต้นนี้จึงไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร กรณีอย่างนี้เราควรศึกษาจากตำราหรือถามผู้รู้ และในที่สุดก็อาจค้นพบปัญหาและแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ได้

2. **ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐานหรือข้อมูลเพื่อช่วยในการตั้งสมมติฐานของการแก้ปัญหา (Data Collection)** ข้อมูลหมายถึงสิ่งที่สังเกตได้ ทดลองมาได้ วัดมาได้ ศึกษาค้นคว้ามาได้ เพื่อนำมาพิจารณาคิดหาสมมติฐานเฉลยปัญหา

3. **ขั้นตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ (Formulation of Hypotheses)** จากหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้อภิเคราะห์และสรุปอย่างถี่ถ้วนรอบคอบแล้ว ก็ตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นการสมมติขึ้นหรือเป็นการคาดคะเนอย่างมีเหตุผล อาจจะมีสมมติฐานเดียวหรือหลายสมมติฐานก็ได้แต่ข้อมูลที่ได้อาจจะทำให้สรุปแคบหรือกว้างเพียงใด สมมติฐานอาจจะถูกหรือผิดทั้งหมดก็ได้ ถูกบ้างผิดบ้างในบางส่วนก็ได้ สมมติฐานที่ได้มีการทดสอบยืนยันว่าเป็นจริงแล้ว จนกลายเป็นกฎ ทฤษฎีหรือหลักเกณฑ์ หรือนิยามไปแล้วก็เคยมี อย่างไรก็ตาม ผู้สอนจะต้องระมัดระวังให้นักเรียนตระหนักอยู่เสมอว่าสมมติฐานไม่ใช่คำตอบของปัญหา การยึดมั่นเช่นนั้นจะนำไปสู่ความยับยั้งชั่งใจไม่รีบร้อนตัดสินใจ ซึ่งเป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ควรปลูกฝังให้นักเรียน ในการตั้งสมมติฐานมักนิยมใช้วลี “ถ้า... ดังนั้น” แต่จะไม่ใช้วลีดังกล่าวนี้ก็ย่อมทำได้ แต่ครูควรชี้ให้เห็นว่าสมมติฐานที่ดีควรจะเข้าใจง่าย และแนะช่องทางที่จะตรวจสอบสมมติฐานนั้นได้ด้วย ตัวอย่างเช่น

ถ้าแสงสว่างเกี่ยวข้องกับการเจริญงอกงามของหญ้า ดังนั้น หญ้าที่ได้รับแสงสว่างก็ย่อมงอกงาม ส่วนหญ้าที่ไม่ได้รับแสงสว่างย่อมไม่งอกงาม ทั้งนี้ต้องมีปัจจัยอื่น ๆ เหมือนกันหมด

- ปีนี้อากาศหนาวจัด แสดงว่ามะม่วงจะต้องออกลูกดก
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสอนของวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้ของนักเรียน
- เมื่อดินนี้ไถย่นเสียดก เขียด คางคก ร้องกันดังระงม แสดงว่าฝนจะต้องตกใหญ่ในแถบนี้แน่ ๆ

ฯลฯ

4. **ขั้นวางแผนการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานว่าเป็นไปได้หรือไม่ได้จากการทดลอง (Assessment of Validity of Hypotheses)** ขั้นนี้ถือเป็นหัวใจของการแก้ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการ กล่าวคือ จะต้องมีการวางรูปงานโดยการกำหนดวิธีการทดลอง เตรียมอุปกรณ์ สถานที่ ผู้ปฏิบัติ การทดลอง การเฝ้าสังเกตอย่างระมัดระวัง การควบคุมเงื่อนไขและลำดับขั้นตอนต่าง ๆ อย่างรัดกุม การจดบันทึกเพื่อตรวจสอบผลหลาย ๆ ครั้ง เพื่อการยืนยันและการเปรียบเทียบผลที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน รวมถึงการกำหนดระยะเวลาและบางทีก็กำหนดค่าใช้จ่ายไว้ด้วยการทดสอบสมมติฐานต้องทำการทดลองหลาย ๆ ครั้ง หรือบางทีอาจทำครั้งเดียว แต่ต้องได้ข้อมูลจำนวนมากพอที่จะเชื่อถือได้ ดังนั้น ในขั้นนี้ผลที่ได้อาจจะออกมาในลักษณะรับรองสมมติฐานหรือปฏิเสธสมมติฐาน หรืออาจเกิดปัญหาใหม่ก็ได้

5. **ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลตีความและสรุปผลการทดลอง (Data Analysis Interpretation and Conclusion)** ว่าสมมติฐานจะถูกปฏิเสธหรือรับรอง หรือกล่าวอย่างง่าย ๆ คือ สมมติฐานนั้นจะถูกสรุปว่าเป็นไปได้หรือเป็นไปไม่ได้ ซึ่งข้อสรุปนั้นจะต้องอยู่ภายในขอบเขตและเงื่อนไขของข้อกำหนดที่ได้วางไว้แต่แรก และเป็นการตอบปัญหาที่ได้กำหนดไว้แต่แรกด้วย

6. **ขั้นนำสมมติฐานที่ได้ไปใช้และติดตามผล (Application and Follow-up)** สมมติฐานที่ถูกต้องสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่มีข้อโต้แย้งหรือมีน้อยที่สุด สมมติฐานหลายอันต้องเลิกล้มไป เพราะมีข้อโต้แย้งเกิดขึ้นมาก แต่บางสมมติฐานก็ใช้ได้กว้างขวางโดยไม่มีข้อโต้แย้ง และกลายเป็นกฎไปเลยในที่สุด

ในการจัดเรียงลำดับขั้นตอนของระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้ ไม่จำเป็นเสมอไปว่า จะต้องจัดเป็น 6 ขั้นตอนดังตัวอย่างนี้ นักวิทยาศาสตร์และท่านผู้รู้บางท่านอาจจัดไว้ 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ทดลอง
4. สรุปผลการทดลอง

คาร์ล เปียร์สัน และจอห์น ดิวอี้ (Karl Pearson & John Dewey) ท่านได้นำเสนอขั้นตอนการเขียนรายงานการค้นพบความจริงในหลักวิชาความรู้ต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1. กำหนดตัวปัญหาไว้อย่างชัดเจน
2. หาขอบเขตหรือรวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. ตั้งสมมติฐานหรือคาดคะเนความน่าจะเป็น
4. ทำการทดสอบสมมติฐานหรือพิสูจน์ความจริง
5. สรุป

ดังนั้น ในการจัดขั้นตอน จะเป็น 4 ขั้นตอน 5 ขั้นตอน หรือ 6 ขั้นตอนก็ตาม จะสรุปสาระสำคัญได้อย่างเดียวกัน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งให้นักศึกษาได้ตระหนักไว้อย่างหนึ่งว่า ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิธีการอย่างหนึ่งในหลาย ๆ วิธีที่ช่วยให้ค้นพบข้อเท็จจริง หรือทำให้ได้ความรู้เพิ่มเติม หรือเกิดการเรียนรู้ขึ้น แต่มิใช่เป็นวิถีทางเดียวที่ค้นพบความรู้ใหม่ ๆ เท่านั้น

จากที่ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้น ๆ พร้อมทั้งรายละเอียดโดยสรุปไว้แล้วนั้น ขอให้นักศึกษาศึกษาตัวอย่างการทดลองเรื่องหนอนกับเนื้อเน่าของแพทย์ชาวอิตาลีชื่อฟรานซิสโก เรดี (Francesco Redi) ดังต่อไปนี้

## ตัวอย่างแนวการทดลองของเรดีเรื่องหนอนกับเนื้อเน่า

แก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่าง

1. กำหนดปัญหา

ปัญหา หนอนเป็นสิ่งมีชีวิตจะเกิดขึ้นมาจากก้อนเนื้อ ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต หรือส่วนของสิ่งมีชีวิตซึ่งตายไปแล้วได้อย่างไร

2. รวบรวมข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยตรง

ก. เรดีพิจารณาและสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและข้อเท็จจริงที่ทำให้เนื้อเน่า

ข. พบว่ามีแมลงวันบินมาเกาะที่ก้อนเนื้อในภาชนะที่เปิด

3. ตั้งสมมติฐานหลาย ๆ อันเพื่อคาดคะเนคำตอบ

ก. หนอนเกิดขึ้นเองจากเนื้อเน่า

ข. หนอนเกิดจากการสลายตัวของก้อนเนื้อ

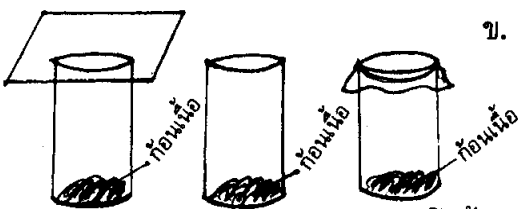
ค. หนอนที่เกิดบนก้อนเนื้อเน่าจะต้องเกิดจากสิ่งที่แมลงวันมาถ่ายเทไว้ ไม่ใช่เกิดจากการเน่าหรือสลายตัวของก้อนเนื้อเอง

4. ค้นหาวิธีทดสอบสมมติฐานแต่ละอัน (search for evidence to test hypothesis) และลงมือทำการทดลอง

ก. ทำการทดลองโดยมีการควบคุมแล้วตั้งเนื้อทั้งสองชุดทิ้งไว้หลาย ๆ วัน ตั้งข้อสังเกตดูเนื้อทั้งสองชุด คือ  
 – ชุดที่ 1 นำเนื้อสัตว์เพื่อจะทดสอบโดยการทดลองห่อเนื้อสัตว์ 4 ชนิดลงในขวดแก้วปากกว้าง 4 ใบ ๑ ละชนิด แล้วเชื่อมปากขวดเสียเพื่อให้อากาศเข้าไม่ได้  
 – ชุดที่ 2 นำเนื้อสัตว์ชนิดเดียวกันมา 4 ชนิด ใส่ลงในขวดแก้วปากกว้างอีก 4 ใบ แต่ไม่ได้ห่อเนื้อและเปิดปากขวดไว้

แก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่าง



1. ภาชนะปิด 2. ภาชนะเปิด 3. ภาชนะปิดด้วยผ้าบาง ๆ

ข. ทำการทดลองขึ้นใหม่อีกชุดหนึ่งโดยไม่มีการเชื่อมปากขวดสนิท อากาศผ่านเข้าออกได้ เขานำก้อนเนื้อ 3 ก้อนใส่ในภาชนะใบละ 1 ก้อน ดังภาพ  
 – ภาพที่ 1 ใส่เนื้อลงในภาชนะปิดด้วยแผ่นกระดาษใส



- ภาพที่ 2 ใส่เนื้ลงในภาชนะเปิด
- ภาพที่ 3 ใส่เนื้ลงในภาชนะแล้วปิดด้วย

ผ้าบาง ๆ

ตั้งภาชนะทั้ง 3 โบน้ทิ้งไว้หลาย ๆ วัน

5. วิเคราะห์ข้อมูล ตีความ  
สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองปรากฏว่า

- ก. การทดลองชุดที่ 1 ซึ่งขวดทุกใบถูกปิดสนิท ไม่ปรากฏว่ามีหนอนอยู่ภายใน การทดลองชุดที่ 2 ขวดที่ใส่เนื้ไว้ทุกใบไม่ได้ห่อ และเปิดขวดไว้มีหนอนเกิดขึ้น และมีแมลงวันบินเข้าออก ตอมอยู่รอบก้นเนื้ และอาศัยอยู่ที่ก้นเนื้ด้วย
- ข. การทดลองที่ทำขึ้นใหม่โดยใช้ภาชนะ 3 ใบ ใส่เนื้ก้นละ 1 ใบ ดังที่ได้กล่าวในข้อ 4 ข. นั้น ผลการทดลองปรากฏว่าเนื้ในภาชนะใบที่ 1 และใบที่ 3 เน่าเปื่อยและสลายตัว หลังจากที่ได้ตั้งทิ้งไว้แล้วหลาย ๆ วัน แต่ก็ไม่ปรากฏว่ามีหนอนเกิดขึ้นที่ก้นเนื้เหมือนในภาชนะเปิด คือ ใบที่ 2 จึงสรุปผลรับรองสมมติฐานที่ตั้งไว้ข้อหนึ่งว่า หนอนที่เกิดขึ้นบนก้นเนื้เน่าเกิดจากสิ่งที่มีแมลงวันมาถ่ายเทไว้ ไม่ใช่เกิดจากการเน่าหรือสลายตัวของก้นเนื้เอง

ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดังที่ได้ยกตัวอย่างมาเป็นแนวทางนี้ ไม่จำเป็นว่าจะต้องนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเอง ปัญหาในการคิดหาคำตอบใจห้วิชาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิชาในด้านทักษะหรือวิชาทางด้านเนื้อหา แม้แต่การฝึกทักษะทางด้านดนตรี การเล่นเกมบางชนิด หรือการแก้ไขข้อบกพร่องข้อผิดพลาดต่าง ๆ นานา หรือการสำรวจตรวจสอบข้อบกพร่องของเครื่องมือ เครื่องใช้ ว่ามีข้อผิดพลาดเพราะเหตุใด เช่น ขณะขับรถแล้วพบว่าเข็มความร้อนขึ้นสูงผิดปกติ หรือมีเสียงดังผิดปกติ ผู้ขับหรือช่างแก้รถยนต์จะต้องดูว่าน้ำในหม้อหมดหรือไม่ เป็นต้น การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้เฉพาะตัวบุคคลแล้ว ยังสามารถ

ใช้แก้ได้ดีกับกลุ่มคนในหน่วยงานในอาชีพต่าง ๆ ได้ เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบว่าปัญหารอบ ๆ ตัวของมนุษย์มีอะไรบ้าง ท่านผู้รู้ท่านได้จัดไว้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. ปัญหาทางกายภาพ (Physical Problems)
2. ปัญหาทางสังคม (Social Problems)

1. **ปัญหาทางกายภาพ หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ปัญหาที่ว่าด้วยสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏในธรรมชาติซึ่งแวดล้อมตัวเราอยู่ เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสารทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต พลังงาน โลก และวัตถุต่าง ๆ ที่มีในเอกภพ

2. **ปัญหาทางสังคม** หมายถึง ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความ เป็นอยู่ หรือสภาพอันไม่มีตัวตนที่จะหยิบยกขึ้นมาปรากฏแก่สายตาได้ อาจเป็นปัญหาของแต่ละบุคคลอันเป็นหน่วยของสังคม หรือเป็นปัญหาของส่วนรวมก็ได้ (ซูลี ชัยพิพัฒน์ วิทยาศาสตร์ 21, หน้า 3) แต่ในปัจจุบันปัญหาสังคมดังกล่าวนี้จะปรากฏชัดในลักษณะของสถานการณ์ หรือสภาพการณ์ต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ปัญหามลภาวะเป็นพิษ ปัญหาหน้าท่วม ปัญหาการจราจรติดขัดมาก ปัญหาชุมชนแออัด ปัญหาเศรษฐกิจ ปัญหาการเมืองการปกครอง ฯลฯ เป็นต้น

การแก้ปัญหาทั้ง 2 กลุ่มใหญ่นี้จะต้องเริ่มจากตัวบุคคลแต่ละคน กลุ่มของสังคม ให้ความร่วมมือกับรัฐบาลโดยรัฐบาลเป็นผู้กำหนดนโยบาย และมอบหมายให้กระทรวง ทบวง กรม ต่าง ๆ เป็นผู้รับผิดชอบ ส่วนแนวทางในการแก้ปัญหา ไม่ว่าจะ เป็นทางกายภาพ หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และปัญหาทางสังคม หรือปัญหาในการเรียนการสอนก็สามารถใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาได้

นักศึกษาควรได้พิจารณาถึงการทำงานของนักวิจัยด้วยว่า เขามีวิธีการแก้ปัญหาทางสังคมอย่างไร และวิธีการนั้นจัดเข้าเป็นระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ด้วยหรือไม่

ได้มีผู้ให้คำนิยามของคำว่า “วิจัย” ไว้ว่า “การวิจัย คือการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลและข่าวสารอย่างมีระเบียบ และประกอบด้วยการวิเคราะห์เปรียบเทียบหาเหตุผลของความเป็นมาของข้อมูลและข่าวสารนั้น ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการปรับปรุง การปฏิบัติงาน แก้ไขปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานต้องประสบหรือเพื่อก่อให้เกิดความรู้ใหม่”

กมล สุตประเสริฐ กล่าวว่า “การวิจัยเป็นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์”

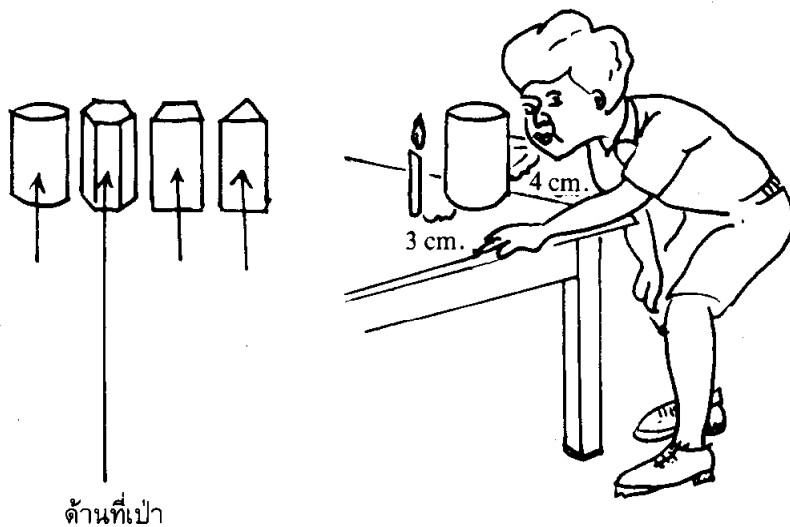
วิรัช วิเชียรโชติ กล่าวถึงการวิจัยในการประชุมเชิงปฏิบัติการ เมื่อ 5 กันยายน 2524 ณ สำนักงานสภาอาจารย์ ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง ว่า “การวิจัย คือ ขบวนการคิดแก้ปัญหา โดยนำวิธีวิทยาศาสตร์มาใช้ โดยเริ่มจาก

1. วิเคราะห์ปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. เก็บรวบรวมข้อมูล
4. ทดสอบสมมติฐาน
5. อภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป”

จากแนวความคิดที่ได้กล่าวถึงการวิจัยมานี้ นักศึกษาคงจะได้คำตอบแล้วว่า นักวิจัยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหา และในปัจจุบันการวิจัยมักนิยมใช้การรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง (experimental research) ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายและกว้างขวางยิ่งขึ้นทุกทีในด้านสังคมต่าง ๆ เช่น ในวงการศึกษา ธุรกิจ และอุตสาหกรรม เป็นต้น

สรุปว่าครูวิทยาศาสตร์ทุกคนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ มีความเข้าใจในการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างที่ผู้เขียนจะแสดงถึงวิธีการดังกล่าวนี้ เป็นตัวอย่างที่คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ในหัวข้อเรื่องการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อ พ.ศ. 2524 ของทบวงมหาวิทยาลัย ซึ่งคณะอนุกรรมการได้ร่วมกันพิจารณาและอภิปรายกันอย่างกว้างขวาง ผู้เขียนเป็นคณะอนุกรรมการด้วยคนหนึ่ง เห็นว่าเป็นประโยชน์แก่นักศึกษา ครูวิทยาศาสตร์ และผู้สนใจทั้งหลาย จึงใคร่ขออนุญาตคัดลอกตัวอย่างวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวาง ไว้ ณ ที่นี้

ในการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องการเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวางรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ ที่มีขนาดความกว้างและส่วนสูงเท่ากัน เช่น ปริซึมสามเหลี่ยม ปริซึมสี่เหลี่ยม ปริซึมหกเหลี่ยม



ด้านที่เป่า

ภาพที่ 6.1 รูปแสดงการเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวาง

และรูปทรงกระบอก ให้นักเรียนเป่าเทียนผ่านวัตถุต่าง ๆ เหล่านี้ทีละอัน โดยวางวัตถุให้ส่วนกว้างของวัตถุวางในแนวที่ตั้งฉากกับทิศทางที่เป่า วัตถุต่าง ๆ เหล่านี้วางอยู่ในตำแหน่งเดียวกันทุกครั้ง และออกแรงเป่าเท่ากัน ปากอยู่ห่างจากวัตถุเท่ากันทุกครั้ง สังเกตว่าจะเกิดอะไรขึ้น

คำถามต่อไปนี้เป็นคำถามที่จะนำไปสู่คำตอบ แสดงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คำตอบที่ให้ไว้ในแต่ละข้อเป็นตัวอย่าง บางข้ออาจจะมีคำตอบที่เป็นไปได้ใช้อีก

1. จากข้อมูลเบื้องต้น ท่านคิดว่าปัญหาที่นักเรียนกำลังเผชิญอยู่ขณะนั้นคืออะไร “การดับของเทียนขึ้นอยู่กับอะไร”
2. จากปัญหาที่ท่านระบุข้างต้น ตัวแปรต้นคืออะไร และตัวแปรตามคืออะไร  
“ตัวแปรต้นในที่นี้ คือ ลักษณะรูปทรงของวัตถุ”  
“ตัวแปรตาม คือ การดับของเทียน”
3. สมมติฐาน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามในข้อ 2 ว่าอย่างไร  
“ลักษณะรูปทรงของวัตถุมีผลต่อการดับของเทียน”
4. จงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3  
“ใช้ดินน้ำมันยึดฐานเทียนไขกับโต๊ะในที่ ๆ ไม่มีลม วางวัตถุให้ส่วนกว้างของวัตถุในแนวที่ตั้งฉากกับทิศทางที่จะเป่าให้วัตถุทุกชิ้นที่นำมาวางมีส่วนกว้างเท่ากัน และวัตถุทุกชิ้นวางตรงตำแหน่งเดียวกับปากที่เป่าลมทุกครั้งเป่าด้วยแรงลมเท่ากัน และห่างจากวัตถุแต่ละชิ้นเท่ากัน วัตถุแต่ละชิ้นให้เป่า 3 ครั้ง ดูผลจากการดับของเทียนว่าเป็นอย่างไร”
5. จากการออกแบบการทดลองในข้อ 4 ตัวแปรที่ต้องควบคุมคืออะไรบ้าง  
“ตัวแปรที่ต้องควบคุมในที่นี้ คือ ชนิดและขนาดของวัตถุ ชนิดและขนาดของเทียน ระยะห่างระหว่างเทียนกับวัตถุ และระหว่างปากกับวัตถุ ความแรงของลมที่เป่า”
6. ดำเนินการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ แล้วบันทึกผลในตารางบันทึกข้อมูล

รูปร่างของวัตถุ	ขนาดของวัตถุ		จำนวนครั้งที่เป่าเทียน	จำนวนครั้งที่เทียนดับ
	สูง (cm)	ขนาดกว้างที่สุดของพื้นที่หน้าตัด (cm)		
ปริซึมสามเหลี่ยม	12	$5\frac{1}{2}$	3	—
ปริซึมสี่เหลี่ยม	12	$5\frac{1}{2}$	3	—
ปริซึมหกเหลี่ยม	12	$5\frac{1}{2}$	3	—
ทรงกระบอก	12	$5\frac{1}{2}$	3	—

### 7. จงสรุปผลการทดลอง

“จากการทดลองจะเห็นว่า ลักษณะบางรูปทรงของวัตถุจะมีผลต่อการดับของเทียน”

จากตัวอย่างข้างต้นนี้ จะนำไปใช้เป็นแบบอย่างในการใช้ทำเอกสารฝึกหัดต่อไป และคำตอบที่มีอยู่ในแต่ละข้อ แสดงถึงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

คำตอบในข้อ 1 เป็นการระบุปัญหา

คำตอบในข้อ 2 และข้อ 3 เป็นการตั้งสมมติฐาน

คำตอบในข้อ 4, 5 และ 6 เป็นการทดลอง

คำตอบในข้อ 7 การสรุปผลการทดลอง

## บทสรุป

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่เป็นระบบ มีระเบียบแบบแผน มีการดำเนินการขั้น ๑ ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน ซึ่งวิธีการที่กล่าวถึงนี้เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ ด้านสังคมวิทยา และครุวิทยาศาสตร์หรือครูที่สอนในสายวิชาอื่นก็สามารถนำแนวทางของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในการเรียนการสอนได้ นอกจากนี้ ผู้สอนทั้งหลายก็ควรจะได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบให้แก่ผู้เรียน เพื่อจะได้ดำเนินการนำไปใช้สำหรับตนเอง และสังคมตลอดจนประเทศชาติต่อไป

นักวิทยาศาสตร์ได้จัดระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็นลำดับขั้นตอนและดำเนินการตามแนวทางโดยสรุปดังนี้

1. กำหนดตัวปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ทดสอบสมมติฐานหรือทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ความจริง
4. สรุป

วิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องอาศัยประสบการณ์ การสังเกต การทดลอง และความสนใจคิดค้นอันมีเหตุผลเป็นสำคัญ นักวิทยาศาสตร์จึงไม่เชื่ออะไรโดยไม่มีเหตุผล หรือปราศจากข้อเท็จจริง

การที่นักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดีเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับการคิดการกระทำ ซึ่งอาจถือเป็นอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้นด้วยความรู้สึกนึกคิดดังกล่าวนี้จัดเป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์

## กิจกรรมเสนอแนะ

1. ให้นักศึกษาอภิปรายองค์ประกอบที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ร่วมกันในชั้นเรียน
  2. ให้ค้นคว้าหาคำนิยามคำว่า ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์จากตำราเล่มอื่น ๆ หลังจากนั้นให้สรุปขั้นตอนของระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์
  3. ให้นักศึกษาทดลองแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ คือ นักเรียนชั้น ม. 2/3 สอบวิชาวิทยาศาสตร์ได้จำนวน 12 คน
  4. ให้นักศึกษาฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม (เสร็จแล้วให้ตรวจสอบคำตอบ)
- ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถาม 1 ถึง 5

รถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และจะจอดแล่นในระยะเวลา 500 กิโลเมตรอยู่เป็นประจำ คนขับได้ทดลองใช้น้ำมันชนิดต่าง ๆ 4 ชนิด คือ น้ำมันชนิด ก ข ค และ ง ตามลำดับ โดยเดิมครั้งละ 60 ลิตร ปรากฏว่าแต่ละครั้งมีน้ำมันเหลืออยู่ ดังแสดงในตาราง

ครั้งที่	ชนิดของน้ำมัน	ปริมาณน้ำมันที่เหลือ (ลิตร)
1	ก	28
2	ข	12
3	ค	20
4	ง	15

1. จากข้อมูลข้างต้น ท่านคิดว่าปัญหาคืออะไร ?

2. จากปัญหาที่ระบุข้างต้น อะไรคือตัวแปรต้นและตัวแปรตาม และท่านจะเขียนสมมติฐานได้อย่างไร ?

.....

.....

3. จงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 2 และระบุว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้างที่ต้องควบคุม

.....  
.....  
.....

4. จงสรุปผลการทดลอง จากข้อมูลในตารางที่กำหนดให้ข้างต้น

.....  
.....  
.....

5. ให้ระบุว่าคำตอบในข้อใดที่แสดงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

.....  
.....  
.....

*เฉลย*

1. ปริมาณของน้ำมันรถยนต์ใช้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร
2. ตัวแปรต้น คือ ชนิดของน้ำมัน ตัวแปรตาม คือ ปริมาณน้ำมันที่ใช้ไป และสมมติฐานคือปริมาณของน้ำมันที่รถยนต์ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมัน
3. เติมน้ำมันชนิด ก. จำนวน 60 ลิตร ขับด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงในระยะทาง 500 กิโลเมตร แล้ววัดปริมาณของน้ำมันที่ใช้ไปทำเช่นเดิมโดยเติมน้ำมันชนิด ข ค และ ง ตามลำดับ แล้วหาปริมาณของน้ำมันชนิด ข ค และ ง ที่ใช้ไป ตัวแปรที่ควบคุมในการทดลองครั้งนี้คือใช้รถยนต์คันเดิม ขับด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเมื่อใช้น้ำมันแต่ละชนิด และระยะทางที่ขับไปเท่ากัน คือ 500 กิโลเมตร
4. จากข้อมูลในตารางที่ได้จากการทดลองสรุปได้ว่า ปริมาณของน้ำมันที่รถยนต์คันดังกล่าวใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมัน ในระยะทางที่เท่ากัน รถยนต์จะใช้น้ำมันน้อยที่สุดถ้าใช้น้ำมันชนิด ก และใช้น้ำมันมากที่สุดเมื่อใช้น้ำมันชนิด ข
5. คำตอบในข้อ 1 เป็นการระบุปัญหา  
คำตอบในข้อ 2 เป็นการตั้งสมมติฐาน  
คำตอบในข้อ 3 เป็นการทดลอง  
คำตอบในข้อ 4 เป็นการสรุปผลการทดลอง



## เอกสารอ้างอิง

นิตดา สะเพียรชัย. ข่าวสาร สสวท. ฉบับที่ 3-4, 2523.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนรู้การสอน หน่วยที่ 5 เรื่องการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์. 2526.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2521.

สุภาพ วาดเขียน. ทำอย่างไรนิสิตนักศึกษาครูจึงจะสอนได้ดี. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2520.

Kuslan, Louis I. & Harris Stone. **Teaching Children Science : An Inquiry Approach.** Belmont California : Wadsworth Publishing Company Inc., 1968.