

๕๐๗.๖๔

ข ๖๖๖๐

๖.๖

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐาน
และออกแบบการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครู

ปริญญานิพนธ์

ของ

บุษยาณี บุชิตากร

10 ก.ย. 2534

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ตุลาคม ๒๕๓๓

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

173445

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปัญหานี้จนบัดนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
การมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(ดร.ชติมา วัฒนศิริ)
..... กรรมการ
(รศ.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(ดร.ชติมา วัฒนศิริ)
..... กรรมการ
(รศ.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ.สมจิต สวอนไพบูลย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปัญหานี้จนบัดนี้ เห็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ ... 16 ... เดือน ... ตุลาคม ... พ.ศ. 2533

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ
รองศาสตราจารย์ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวอนไพบูลย์
ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง อาจารย์เอมอร กิตติภัทรเมธากุล
อาจารย์ปทุม จิราจันต์ อาจารย์ณภาพร อดุลยา อาจารย์อรชร เทียงยุติธรรม
อาจารย์จวี สรานุกุลพันธ์ ที่กรุณาตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและที่กรุณาให้นำเครื่องมือ
มาใช้

ขอขอบคุณ อาจารย์ตุลิต พูนพอน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดราชาธิวาส อาจารย์
วารุณี สิงห์เสนห์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ อาจารย์ประพนธ์ นามสุวรรณ หัวหน้าหมวด
วิชาวิทยาศาสตร์ อาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์ และขอขอบคุณนักเรียนโรงเรียนวัดราชาธิวาสที่
ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เพื่อนนิสิตปริญญาโท เอกมัธยมศึกษาและเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ปีการศึกษา
2531 ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ เป็นกำลังใจจนทำให้ปริญญานิพนธ์
สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้อง ทุกท่านที่ได้สนับสนุน ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ
อย่างดียิ่งตั้งแต่นั้นจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบบูชาพระคุณแด่ บิดา-
มารดา-ครู-อาจารย์ ที่ช่วยอบรมสั่งสอนและชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

บุษยาณี ปุชิตาการ

สารบัญ

บทที่

หน้า

4 บทนำ.....	1
- ภูมิหลัง.....	1
- ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3. 4
- ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	6. 5
- ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	4. 5
- นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5. 6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
- เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	10. 12
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	22
เอกสารเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน.....	29
เอกสารเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง.....	36
เอกสารเกี่ยวกับสถานการณ์.....	39
เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก.....	43
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	49
- เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	13. 50
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้- กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	57
งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	59
งานวิจัยเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน.....	61
งานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก.....	64
งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	67

10 กรกฎาคม 2561
10 กรกฎาคม 2561
ก่อน

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	71
✓	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	71
✓	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	71
✓	แบบแผนการทดลอง.....	72
✓	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	73
✓	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ.....	73
✓	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	80
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	89
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	89
	สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า.....	89
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	90
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	91
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	91
	อภิปรายผล.....	92
	ข้อเสนอแนะ.....	97
	บรรณานุกรม.....	99
	ภาคผนวก.....	109
	ประวัติผู้วิจัย.....	169

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แบบแผนการทดลอง.....	72
2	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	85
3	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	86
4	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดย ใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง.....	87
5	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู.....	88
6	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต.....	111
7	แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต.....	112

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	18
2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	49

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญ ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและเกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินไปอย่างรวดเร็วจนทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในทางใดก็ทางหนึ่งทุกคนก็ตระหนักได้ว่าได้มีการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ก็นิติ มีความสะดวกสบายและปลอดภัย (นิตา สะเพียรชัย. 2527:2) X เมื่อความเจริญได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตลอดจนวิทยาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการที่ครูจะถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาเพียงอย่างเดียว จึงไม่ก่อให้เกิดประโยชน์และไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เน้นการค้นพบความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยอาศัยกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ (อานวย รุ่งวัศมิ. 2525 : 1) นักการศึกษาได้มองเห็นความสำคัญจึงได้ปรับปรุงจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมดังนั้นวิชาวิทยาศาสตร์จึงถูกบรรจุไว้ในหลักสูตรทุกระดับชั้น สำหรับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยจุดมุ่งหมาย มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาเป็นสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สมจิต สวอนไพฑูรย์. 2527 : 59)

สภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังประสบปัญหาความยากลำบากหลายประการ เนื่องจากนักเรียนไม่ได้รับการฝึกฝนให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหา ตลอดจนการนำความรู้จากการเรียนไปแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง ดังที่ อานวย เลิศขันธ์ (2523 : 1) กล่าวว่า นักเรียนที่เรียนจบระดับมัธยมศึกษาออกไปแล้ว มีความสามารถด้านการแก้ปัญหาน้อยสูงเท่าที่ควรจะเป็นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 115) พบว่านักเรียน สามารถแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำมากที่สุด รองลงมาคือการนำไปใช้ และการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ดังนั้น การที่จะปลูกฝังคุณลักษณะของการคิดเป็น ทำเป็น รู้จักแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมนั้น ไม่ใช่สิ่งที่ทำกันได้ง่ายนักต้องเป็นไปในลักษณะการสะสมวิธีการที่ถูกที่ควรทีละเล็กละน้อย (อานวย รุ่งวัศมิ. 2525 : คำนำ) จึงเป็นหน้าที่ของครูที่จะปลูกฝังให้นักเรียนเกิดการพัฒนาในด้านความคิดให้เป็น

คนคิดเป็น คิดเก่ง (สวัณก์ นิยมคำ. 2517 : คำนำ) อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้
 และความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลย่อมแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์
 และประสบการณ์ (Stollbury. 1956 : 225) วิธีการสอนที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้
 ปัญหาได้นั้น คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้
 ปัญหาคือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสได้ค้นคว้า พิสูจน์ ทดลองหาความจริงตามหลักเกณฑ์
 ที่ตั้งไว้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 112) แต่ในทางปฏิบัติการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยัง
 มีปัญหายอยู่เนื่องจากวิธีการสอนต่าง ๆ สสวท. ได้เสนอแนะไว้ทั้งในคู่มือครู แบบเรียน โดยกำหนด
 ปัญหา วิธีการทดลอง ซึ่งเป็นการกำหนดขั้นตอนมีรูปแบบที่แน่นอนไว้แล้วนักเรียนเพียงแค่ปฏิบัติตาม
 ก็สามารถค้นพบหรือแก้ปัญหาค้นได้ในที่สุด ส่วนเนื้อหาบางเรื่อง บางตอนในแบบเรียน ขึ้นอภิปรายก่อน
 การทดลองกับขึ้นอภิปรายหลังการทดลอง นักเรียนสามารถรู้วิธีการทดลองและคำตอบของปัญหาล่วง
 หน้า โดยไม่ต้องใช้ทักษะการคิดหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ ดังงานวิจัยของ กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ (2525 : 113)
 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ทำข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้คะแนนต่ำกว่า
 ครึ่งหนึ่งของคะแนนรวม นอกจากนี้จากการศึกษาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นจริงและที่คาดหวัง
 ของ ศุภชัย จรัสสุริยา (2529 : 62) พบว่าครูไม่ได้ให้นักเรียนตั้งจุดประสงค์และไม่ได้ให้ตั้ง
 สมมติฐาน ไม่เน้นการตั้งสมมติฐานอีกทั้งไม่เห็นความสำคัญของสมมติฐานด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการ
 ศึกษาของ วัลภา จิรระวงศ์ (2528 : 45) ที่ศึกษาความสามารถในการสร้างคำถามของนักเรียน
 พบว่า นักเรียนสร้างคำถามขึ้นการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง และการควบคุมตัวแปรอยู่
 ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นว่าครูไม่ได้ฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเน้นทักษะเหล่านี้ จึงทำให้นักเรียนไม่มี
 ความสามารถในการทักษะดังกล่าว ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังขาดกิจกรรมการเรียนการ
 สอน ในส่วนที่จะช่วยพัฒนาความสามารถทางสมองของนักเรียนบางขั้นตอน โดยเฉพาะขั้นตอนใน
 ขึ้นอภิปรายก่อนการทดลอง, เพื่อหาสาเหตุของปัญหา ในอันที่จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน และการ
 ออกแบบการทดลอง ซึ่งเป็นขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาที่สำคัญ (ปราโมทย์ แก้วสุข. 2528 : 4)

ฉะนั้น บทบาทของครูผู้สอนจึงควรเป็นผู้จัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ และสวาทารูปแบบ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนค้นหาความรู้จนสามารถหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ จึงควรให้นักเรียนมีโอกาสฝึกตั้งสมมติฐาน เพราะทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นทักษะที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ดังที่ กิบป์ (Gibb, 1968 : 3051) ได้กล่าวว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการแสวงหาความรู้ และธงชัย ชิวปรีชา (2521 : 60) ได้ให้ความเห็นว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นทักษะที่นำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ของนักวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ตระหนักถึงความสำคัญการตั้งสมมติฐานดังกล่าว จึงกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนทุกบทไว้ว่า นักเรียนควรมีความสามารถตั้งสมมติฐานได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือ มีแนวความคิดการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน และเมื่อนักเรียนฝึกตั้งสมมติฐานแล้วควรมีสมมติฐานนั้นมาออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้น เป็นการให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแก้ปัญหาคด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นอีกด้วย เนื่องจากการออกแบบการทดลอง เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาคด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพราะการออกแบบการทดลองประกอบด้วย ทักษะหลายประการด้วยกัน คือ (นอยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ 2522 : 17 ;อ้างอิงจาก OKey and Fiel 1971, สมจิต สวอนไพบูลย์ ม.ป.ป. ;อ้างอิงจาก AAAS. 1970) การให้ยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การกำหนดและควบคุมตัวแปร การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ การเลือกเครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งชิวา สุขติ (2531 : 69) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่ไม่ได้รับการฝึก ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน จากความสำคัญของการตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลอง การที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง

นักเรียนจะได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

จากสภาพปัญหานักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ นักเรียนไม่มีโอกาสได้ฝึกคิดแก้ปัญหาในขั้นอภิปรายก่อนการทดลองเพื่อหาสาเหตุ เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ซึ่งเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่สำคัญ จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่สูงเท่าที่ควรจะเป็น แนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้คือ การใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง เนื่องจากแบบฝึกเป็นสื่อการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิดเป็นการฝึกฝนตนเองในการแก้ปัญหา โดยฝึกคิดอย่างมีขั้นตอน จากการสังเกตและศึกษาปัญหาสาเหตุของปัญหาดังสมมติฐานและออกแบบการทดลอง อันจะเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งน่าจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง เปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู เพื่อจะได้อธิบายว่า การสอนแบบใดจะสามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากัน ดังนั้นจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบผลของการฝึกตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และได้ตัวอย่างแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง เพื่อเป็นแนวทางแก่ครูในการสร้างและใช้ประกอบกิจกรรมในการเรียนการสอนต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส อำเภอคูสิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 12 ห้องเรียน 600 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส อำเภอคูสิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 50 คน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเนื้อหาเรื่อง น้ำเพื่อชีวิต ซึ่งเป็นบทเรียน บทที่ 2 ในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว. 101 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การสอน ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

5.1.1 การสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

5.1.2 การสอนตามคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดคาดคะเนล่วงหน้ายังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน และจะกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

2. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การกำหนดกิจกรรมล่วงหน้าเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ทักษะ ต่อไปนี้

2.1 การนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

2.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.3 การเลือกเครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. สถานการณ์ หมายถึง ข้อความ รูปภาพ ประกอบกัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน และเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในชีวิตประจำวัน นำมาคิดแปลงใช้เป็นตัวอย่างในการเรียน เพื่อให้นักเรียนคิดระบุปัญหา หาสาเหตุของ ปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

4. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง หมายถึง แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนฝึกตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ในขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง โดยกำหนดสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยแบบฝึก 11 ชุด ใช้เวลาในการฝึกชุดละประมาณ 30 นาที แต่ละชุดมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ชื่อแบบฝึก

4.2 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึก

4.3 สถานการณ์ที่กำหนดให้

4.4 กิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ แบ่งการฝึกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ฝึกตั้งสมมติฐาน มีขั้นตอน ดังนี้

1. ขึ้นตั้งปัญหา นักเรียนตั้งปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนอยู่ในรูปของประโยคคำถาม

ในรูปของประโยคคำถาม

2. ค้นหาเหตุผลที่เป็นไปได้ นักเรียนหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา และสถานการณ์ที่กำหนดให้

3. ขึ้นตั้งสมมติฐาน นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหามาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า...แล้ว.....

4. ขึ้นเลือกสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ที่สามารถนำมาทดลองได้ในห้องเรียน

5. ขึ้นให้ข้อมูลย้อนกลับ ให้นักเรียนตรวจสอบผลจากการตั้งสมมติฐานเพื่อ

เป็นแนวทางในการออกแบบการทดลองต่อไป

ตอนที่ 2 ฝึกออกแบบการทดลอง มีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร นักเรียนนำสมมติฐานมา
กำหนดนิยามของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
 2. ขั้นกำหนดและควบคุมตัวแปร นักเรียนกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และ
ตัวแปรที่ควบคุม
 3. ขั้นระบุอุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ ให้นักเรียนระบุอุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้
ในการทดลอง
 4. ขั้นกำหนดวิธีการทดลอง ให้นักเรียนเขียนวิธีการทดลอง หรือออกแบบการ
ทดลองเพื่อนำไปสู่การทดลองต่อไป
 5. ขั้นให้ข้อมูลย้อนกลับ ให้นักเรียนตรวจสอบผลจากการออกแบบการทดลอง
เพื่อเป็นแนวทางในการทดลองต่อไป
5. การสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ใช้กับกลุ่มทดลอง
หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วย
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้
- 5.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
 - 5.1.1 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการ
ทดลอง
 - 5.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกตั้งสมมติฐาน
และออกแบบการทดลอง
 - 5.2 ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่นักเรียนออกแบบ
การทดลอง
 - 5.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง
 - 5.3.1 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน
ตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

6. การสอนตามคู่มือครู ใช้กับกลุ่มควบคุม หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู
ของ สสวท. ซึ่งมีกิจกรรมตามขั้นตอน ดังนี้

6.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

6.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา

6.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐานในการทดลอง และวิธีการ
ทดลองตามแบบเรียน

6.1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อควรระวังและข้อผิดพลาดที่จะเกิด
ขึ้นจากการทดลอง

6.2 ขั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน

6.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

6.3.1 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน
เพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

6.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ใน
ชีวิตประจำวัน

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัด
ความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

7.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว
เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ หลักการ ทฤษฎี

7.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนก เขียนภาพ
ประกอบ ขยายความและแปลความรู้ได้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ หลักการ แนวคิดและ
ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์

7.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

7.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเลือกใช่วิธีการหรือกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วชำนาญ สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยทักษะ ดังนี้ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล

8. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หมายถึงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดของบุคคลที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบซึ่งสามารถวัดได้จากคะแนนการสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง (2531 : 141-155) และได้นำมาหาคูณภาพแล้ว ลักษณะของแบบทดสอบสร้างขึ้นตามขั้นตอนของเวียร์ และเมื่อนักเรียนตอบแบบทดสอบแล้วนักเรียนจะมีความสามารถ ดังนี้

1. นิยามหรือระบุปัญหา หมายถึงความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด
2. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกได้ว่าสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหาคืออะไร จากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ที่กำหนด
3. การกำหนดวิธีเพื่อแก้ปัญหา หมายถึงความสามารถในการหาข้อมูล ข้อเท็จจริงเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
4. วิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้น หมายถึงความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้มากน้อยเพียงใด

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน
4. เอกสารเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง
5. เอกสารเกี่ยวกับสถานการณ์
6. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก
7. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน
4. งานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก
5. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ได้มีผู้กล่าวไว้หลายท่าน ผู้วิจัยได้รวบรวมไว้เพียงบางท่าน ดังนี้

สุเทพ อุดสาทะ (2526 : 78) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอน ที่มุ่งให้เด็กได้พบความจริง เหตุผล กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองการเรียนรู้เกิดจากการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ได้เองจากการเก็บข้อมูล สังเกต พิจารณาหาเหตุผลจนเกิดความเข้าใจใหม่ ๆ

ฉวีวรรณ กีนาวงศ์ (2527 : 78) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือ วิธีการ ได้ถาม หรือการตั้งคำถามเพื่อที่จะได้คำตอบตรงตามต้องการ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ตามกระบวนการของวิธีวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 502) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นเป็นการ สอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคย มีความรู้สิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซันด์ (Sund. 1976 : 62 - 65) ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการ สอนที่เน้นความสำคัญของการแสวงหาความรู้หรือความจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซุคแมน (วราภรณ์ ชัยโอภาส. 2521 : 53 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. 1962) ได้ ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง การสอนที่เป็นการฝึกกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ (Inquiry Training) ให้นักเรียน

การฝึกกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เน้น จัดขึ้นเพื่อเป็นส่วนประกอบในกิจกรรมการสอน วิทยาศาสตร์ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถตั้งสมมติฐานทดสอบสมมติฐานด้วย การทดลองและตีความหมายจากการทดลองด้วยตนเอง โดยไม่ต้องขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครูและ การตีความหมายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีระเบียบวิธีแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้วยตนเอง

ชุดแผน ได้กล่าวถึงผลการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนแบบครูบอกให้หมด นักเรียนสามารถรับประสบการณ์ต่าง ๆ ได้มากกว่าเป็นไปตามความต้องการ ความอยากรู้อยากเห็นและความเหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐานกับอัตราความสามารถในการรับรู้ ของแต่ละคน

2. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ให้น่าสนใจสูงเพราะนักเรียนจะรู้สึกสนุกสนาน ได้ร่วมกิจกรรมอย่างอิสระและกิจกรรมที่ทำการพัฒนาในด้านความรู้ความจริง และการสร้างความคิดรวบยอด

3. ความคิดรวบยอด (Concept) ที่ได้จากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นนามธรรมที่นักเรียนสรุปด้วยตนเอง ด้วยเหตุผลความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจะฝังอยู่ในความทรงจำที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนไปนาน

กูด (Good. 1973 : 303) ได้ให้จำกัดความของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็น 2 ประการ ด้วยกันคือ

1. ความหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น และแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม พยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้น (Problem - Solving Approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้ง จะเป็นตัวกระตุ้นการคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วน เป็นระบบออกแบบการวัดที่ต้องการแยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปหาพิพาทอย่างชัดเจน ประดิษฐ์คิดค้น ตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาดสามารถทดสอบได้และสรุปอย่างมีเหตุผล

2. ความหมายทางการสอน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา (Problem - Solving Approach) โดยระบุลักษณะสำคัญดังนี้

2.1 เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น

2.2 นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการค้นคว้าหาความรู้ หรือความจริงเน้ถึงกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และเป็นการสอนที่เน้นกิจกรรมในการตั้งคำถามและกำหนดปัญหา การสังเกต การทำนาย หรือการตั้งสมมติฐาน การค้นคว้าหาแบบอย่างที่มีความหมาย การสร้างการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลและการทดสอบสมมติฐาน

หลักจิตวิทยาและข้อควรคำนึงถึงในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สวัณก์ นิยมคำ (2517 : 125 - 126) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้
2. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้เอื้ออำนวยให้นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บังคับกับนักเรียน และครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้เกิดความล้มเหลว
3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิด ให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

เอเซป (ASEP. 1974 : 94) ได้กล่าวถึง ข้อที่ควรคำนึงถึงในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบเป็นผู้กระทำ ทำให้เกิดการรับรู้ในการเรียนดีกว่าการเรียนแบบเป็นผู้ถูกกระทำ
2. การเรียนรู้จะได้ผลดีเมื่อสถานการณ์เอื้ออำนวยให้เกิดความสำเร็จมากกว่าความล้มเหลว
3. ความคิดสร้างสรรค์จะพัฒนาได้ดีเมื่อนักเรียนมีโอกาสได้คิดอย่างสร้างสรรค์
4. การสืบเสาะหาความรู้ สามารถทำให้เกิดการคิดอย่างมีเหตุผลและก่อให้เกิดเจตคติ

สุเทพ อุสาหะ (2526 : 72 - 73) ได้กล่าวว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ครูไม่มีหน้าที่บรรยายหรือแก้ปัญหาให้นักเรียนทั้งหมด
2. ครูเป็นเพียงผู้แนะแนวทาง และให้ความสะดวกในการแก้ปัญหาให้นักเรียนสร้างสมมติฐาน พิสูจน์สมมติฐาน สรุปและนำผลสรุปไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับปัญหอันใหม่ต่อไป ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องถูกนำมาใช้ตลอดเวลา
3. เครื่องมือดำเนินการคือคำถามและต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมด้วย
4. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ ตั้งปัญหา สร้างสมมติฐาน พิสูจน์สมมติฐาน สรุป และนำผลสรุปไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับปัญหอันใหม่ต่อไป ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องถูกนำมาใช้ตลอดเวลา
5. การใช้คำถามที่เหมาะสมจะช่วยให้การเรียนรู้แบบนี้ประสบความสำเร็จ

ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เอเซป (ASEP. 1974 : 91) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
2. ปัญหาที่จะต้องค้นหาวិธีการแก้
3. การลงสรุปข้อมูลซึ่งเป็นผลจากการสืบเสาะหาความรู้
ซึ่งทั้งสามขั้นตอนนี้เชื่อมกันด้วย
 1. การกำหนดปัญหาและการกำหนดนิยามของปัญหา
 2. การค้นหาวิธีการแก้ปัญหา

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 105 - 110) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้นตอนการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษาเพื่อนำไปสร้างเป็นแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจได้จากการสังเกตวัตถุจริง

หรือปรากฏการณ์โดยตรง จากการทดลองหรือรวบรวมมาจากที่อื่น ๆ ในขั้นนี้ควรใช้เทคนิคการนำเข้าสู่บทเรียนด้วย สิ่งสำคัญที่ควรตระหนักคือ นักเรียนต้องมีความพร้อมก่อนที่จะเรียนเรื่องใหม่ ถ้านักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานควรต้องทบทวนความรู้พื้นฐานก่อน

การจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูลอาจทำได้ 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา นอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน การเสนอปัญหาอาจใช้ในรูปของคำถาม การเล่านิทาน เล่าประสบการณ์ สวดิต ฯลฯ แล้ววางแผน ค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหา นอกจุดประสงค์ของการทดลอง บอกสิ่งที่จะต้องสังเกตและจดบันทึก

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า ครูกำหนดวิธีการทดลองให้ ครูอธิบายการกระทำกิจกรรมเท่าที่จำเป็น

วิธีที่ 3 ครูสาธิตให้นักเรียนดู และนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปขึ้นเป็น ความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 ครูบอกแหล่งข้อมูล หรือให้ข้อมูลกับนักเรียน แล้วนักเรียนตีความหมาย จากข้อมูลเอง

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) เป็นขั้นนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ มาจัดกระทำเพื่อจะนำไปตีความและลงข้อสรุปต่อไป

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) โดยครูจัดสถานการณ์อย่างใหม่ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหา

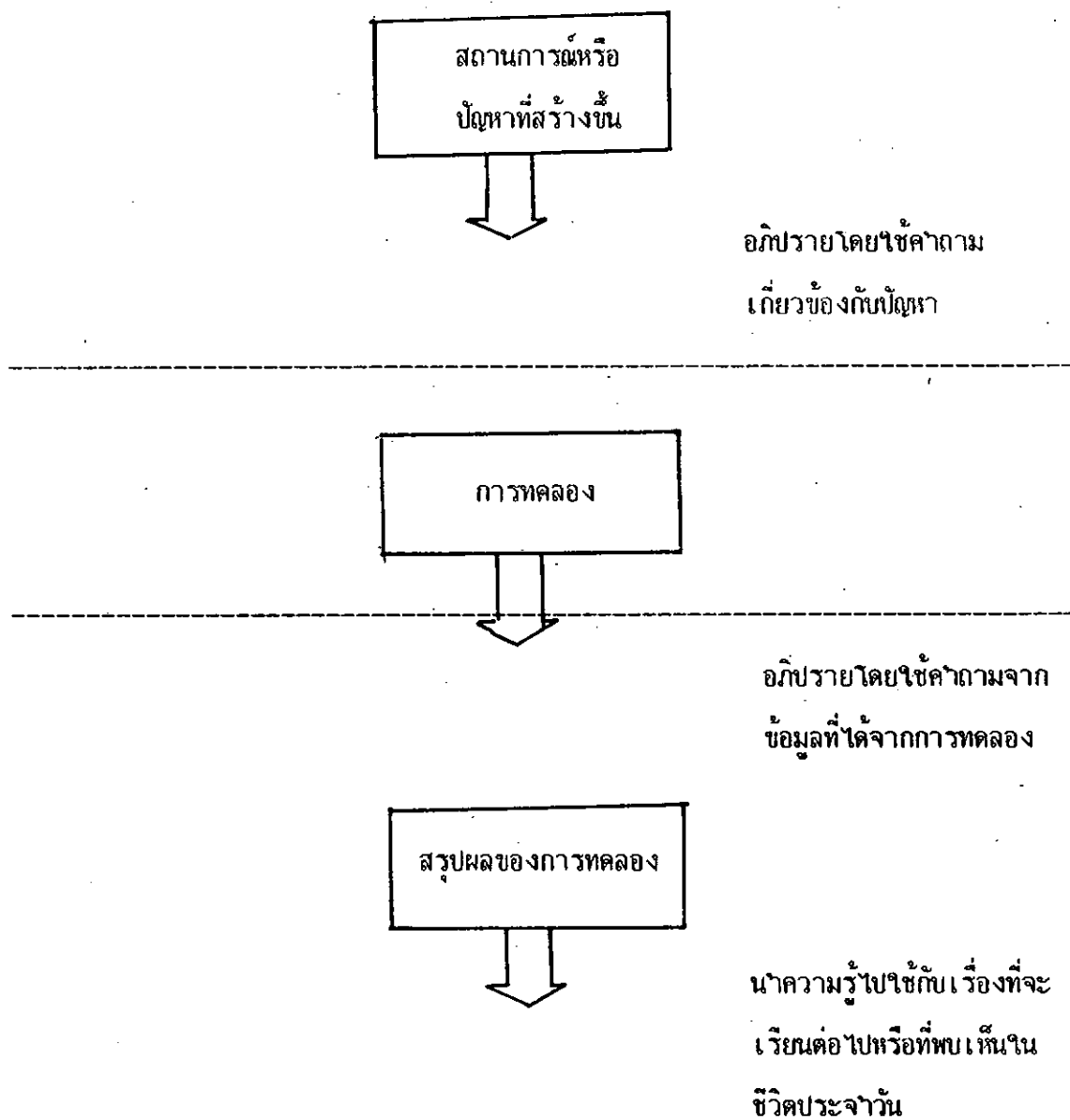
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอน คือ (พระวัตร ชูศิลป์. 2524 : 5 - 6)

ตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอน ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น คิดสงสัย และแนวทางให้ผู้เรียนหาคำตอบ ตลอดจนให้คำแนะนำในการทำการทดลอง

ตอนที่ 2 ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ การทดลอง ผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด กระตุ้นสนับสนุนให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

ตอนที่ 3 อภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวความคิดที่กว้างขวางขึ้นและมีการอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลองด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จะมีกิจกรรมที่สำคัญ คือ การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายจะเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็น มีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝนหรือทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจจะเขียนแผนภูมิแสดงได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในภาพประกอบ 1 สามารถที่จะแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอนเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของเนื้อหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหาในสถานการณ์ หรือปัญหานั้นควรจะอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถไปสู่การออกแบบการทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหานั้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้อาจเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัย ในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลในขั้นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลองและบันทึกผล โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม ครูจะมิบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหานั้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สลาวท. มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จะมีกิจกรรมที่สำคัญ คือ การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายจะเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล่าวแสดงความคิดเห็น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝนหรือทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วิริยฤทธิ์ วิเชียรโชติ (2521 : 33 - 34) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ควรมีบทบาทในการเรียนการสอนดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยสร้างสถานการณ์ชักชวนให้นักเรียนตั้งคำถามสืบเสาะหาความรู้ ตามลำดับขั้นคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้
2. ครูเป็นผู้เสริมแรง เมื่อนักเรียนถามก็ให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงภาษาในคำถาม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจคำถามให้กระจ่างดียิ่งขึ้น
3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ ครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถาม เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง
4. ครูเป็นผู้แนะแนวและเป็นผู้กำกับ ครูจะเป็นผู้แนะแนวทาง เพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง เป็นผู้กำกับควบคุมเมื่อนักเรียนออกนอกแนวทาง
5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียน จัดบรรยากาศให้เหมาะสม โดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้น เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ
6. เป็นผู้สร้างแรงจูงใจ ครูช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2519 : 6-7) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ครูควรเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนเป็น เรื่อง ๆ ได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้น เพื่อดูผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่า เป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะให้นักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลาอันเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้น จึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลองและร่วมมือกับรายบุคคล โดยนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมแรงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนที่มีความสามารถสูง ให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่ด้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่างบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ครูควรชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของนักเรียนกลับมาสู่เรื่องที่อภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้น ควรจะได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา อาจจะมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถจะตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ครูจะได้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่เป็นผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวความคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ และแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำที่จะให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่ทำให้ความมั่นใจได้เพียงพอถึงสรุป

7. ครูควรนำเอาการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิต หรือการใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็น หรือในโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนรู้ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

จากการศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีกิจกรรมหลักอยู่ 2 อย่าง คือ การอภิปราย และการทดลอง ในเอกสารได้เสนอแนะให้มีการเตรียมการสอนล่วงหน้า เพื่อหาแนวทางให้นักเรียน ค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา แนะนำอย่างใกล้ชิด การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นให้นักเรียนได้ฝึกตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ได้มีคำถามให้นักเรียนคิดหาคำตอบจากสถานการณ์ที่สร้างขึ้น ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน และคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีผู้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

✓ คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิควัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 59) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

✓ ไซติ เพชรขึ้น (2527 : 16) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิดและการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้ พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อจะได้นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ในวิชาอื่น ๆ และในชีวิตประจำวันได้ด้วย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะสำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังนี้ คือ (สมจิต สวณไพบูลย์. 2526 : 66 - 73)

1. ทักษะการสังเกต (Observation)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัส โดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งเป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 บ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement)

หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/space Relationship and Space/time Relationship)

หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 บ่งชี้รูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติที่เห็น

• เนื่องจากการหมุนรูป 3 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏอยู่ในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปกของวัตถุที่จะเปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคำนวณ โดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ วงจรไดอะแกรม กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เสนอไว้ได้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระทั่งตัดสินสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
- 6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Infering)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับ การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

การทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้อ้างน้ำหนักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือความสามารถคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable)

หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่ เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่ เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ บ่งชี้และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. การออกแบบการทดลอง โดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretting Data and

Conclusion)

หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
(การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)
2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จากเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พอจะสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญเนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นสิ่งที่ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ อยู่ตลอดเวลาในชีวิตประจำวัน ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว โดยเฉพาะทักษะการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง จึงได้สร้างแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง อันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในการนำไปใช้ในกระบวนการเสาะหาความรู้ต่อไป

เอกสารเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน

ความหมายของสมมติฐาน

ได้มีผู้ให้ความหมายของสมมติฐานไว้หลายท่าน ดังนี้

สullivan นิยมคำ (2517 : 51) ได้กล่าวเกี่ยวกับสมมติฐานไว้ว่า สมมติฐานเป็นข้อความจริงชั่วคราวที่เราสมมติขึ้นโดยที่ยังมิได้มีการทดสอบรับรองและเรามีความเห็นว่าข้อความจริงชั่วคราวนี้จะใช้อธิบายที่พบได้ หรือจะใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่างความจริงเดี่ยวทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้

สมชัย โกมล และคณะ (2525 : 257) ได้ให้ความหมายของการตั้งสมมติฐานไว้ว่า หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง เป็นข้อสันนิษฐานที่คาดคะเนว่าปัญหานั้นน่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร หรือเป็นการคาดคะเนว่าผลการวิจัยจะออกมาในรูปใด หรืออาจจะกล่าวได้ว่าการตั้งสมมติฐานก็คือการเดา การทายเหตุของปัญหาและผลที่จะได้รับจากการวิจัย

สมจิต สวอนไพบลีย์ (ม.ป.ป. : 68 ; อ้างอิงมาจาก สวท. 2526) กล่าวว่า การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านั้นมักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

วิธีหนึ่งที่จะใช้พิจารณาว่า ข้อความใด เป็นสมมติฐานหรือไม่ก็โดยนำข้อความนั้นมาเขียนให้อยู่ในรูปของประโยค ถ้า.....แล้วจะ.....หรือ เมื่อ.....แล้วจะ..... ถ้าเขียนได้ ข้อความนั้นก็จะเป็นสมมติฐาน

สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูก หรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

สัวัดก์ นิยมคำ (2531 ; 218) กล่าวว่า สมมติฐานเป็นข้อแถลงแบบสรุปเชิงหลักการทั่วไปเพื่อใช้อธิบายปัญหาที่เราต้องการหาคำตอบข้อแถลงนี้ คาดว่าจะแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์นั้น ๆ ด้วยการสร้างขึ้นมาบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีอยู่เพียงเล็กน้อย ในปัญหาหาหนึ่งจึงอาจมีสมมติฐานได้หลายอันซึ่งจะต้องทำการทดสอบเพื่อยืนยันความเป็นจริงต่อไป

สมาคม American Association for the Advancement of Science (AAAS : 1970 : 33-176) ได้ให้ความหมายสมมติฐานว่า เป็นการคาดการณ์ว่า ตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไรเป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

ฟิชเชอร์ (Fischer, 1975 : 47) ให้ความหมายไว้ว่าสมมติฐานเป็นแต่เพียงข้อสรุปรวมทั่วไปอันหนึ่ง (Generalized Concept) ซึ่งมีหลักฐานสนับสนุนอยู่บ้างเพียงเล็กน้อย และมันต้องการทดสอบหาความเป็นจริงต่อไป

อิกเกนและคณะ (Eggen et al., 1979 : 27) ก็ให้ความหมายในทำนองเดียวกันว่า โดยรูปแบบแล้วสมมติฐานเป็นอนุเซตของการลงความคิดเห็นเชิงหลักการทั่วไป สมมติฐานจะต่างกับหลักการทั่วไปที่เบื้องต้นของการสร้างหลักการทั่วไปสร้างจากข้อมูลที่เพียงพอแล้ว ส่วนสมมติฐานสร้างจากข้อมูลที่มีอยู่ยังไม่พอเพียง แต่กระนั้นก็ตาม ก็ยังพอมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในข้อมูลนั้น ดังนั้นสมมติฐานจึงจะต้องทำการทดสอบต่อไปเมื่อทดสอบได้ว่าถูกต้องแล้วสมมติฐานนั้นก็จะเป็นหลักการทั่วไป

โทรจคัก (Trojcek, 1979 : 166) ให้ความหมายสอดคล้องกัน เขากล่าวว่า สมมติฐานจะเป็นข้อแถลงทั่ว ๆ ไป ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบต่าง ๆ ในเหตุการณ์นั้น ข้อแถลงเชิงหลักการทั่วไปนี้จะครอบคลุมถึงเหตุการณ์ทุกอย่างในลักษณะเดียวกันแม้ว่าบางเหตุการณ์เราจะไม่ได้สังเกตก็ตาม ฉะนั้นถ้าตัวอย่างที่เราพบเห็นมีมากเท่าใด เราจะยังสามารถสร้างสมมติฐาน ได้แข็งแรงยิ่งขึ้นเท่านั้น สมมติฐานยังเป็นเรื่องของการตั้งเพื่อเลือกอยู่มันยังต้องการ การทดสอบหาความเป็นจริงต่อไป

จากความหมายของสมมติฐานดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า สมมติฐาน คือการคาดคะเนคำตอบจากความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล คำตอบที่คาดคะเนนั้นยังไม่ทราบว่าจริง หรือเท็จต้องมีการทดสอบด้วยการทดลองหรือหาหลักฐานมาสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้น ๆ เสียก่อน ข้อความที่จะเป็นสมมติฐานนั้นจะต้องเป็นข้อความที่ไม่เป็น กฎ หลักการ หรือทฤษฎีมาก่อน

ความสำคัญของสมมติฐาน

จอห์น และเอลส์เวิร์ท (John and Ellsworth, 1965 : 84) ได้กล่าวไว้ว่า ในทางวิทยาศาสตร์นั้นสมมติฐานเป็นสิ่งที่สามารถจะเสนอแนะสิ่งใหม่ ๆ ให้แก่การทดลองหรือการสังเกต และยังเป็นเครื่องมือช่วยในการประเมินความสำคัญของวัตถุหรือเหตุการณ์

การตั้งสมมติฐาน เป็นเสมือนเครื่องนำทางที่จะช่วยให้ศึกษาถึงจุดหมายได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้อง ไม่ต้องเสียเวลามากหรือออกนอกเส้นทางไป โดยที่สมมติฐานจะเป็นตัวกำหนดขอบเขตของการศึกษาวิจัย ทดลองค้นคว้าและเน้นเนื้อหาสำคัญของการวิจัยนั้น ๆ ให้แคบลง ทำให้ผู้วิจัยทราบแนวทางที่ตนกำลังวิจัยศึกษา

นอกจากนี้การตั้งสมมติฐานยังเป็นการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในเชิงของเหตุและผล ซึ่งจะช่วยให้สามารถคาดคะเนข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้นสมมติฐานก็คือ การกล่าวล่วงหน้าว่าในท้ายที่สุดนั้นผลลัพธ์ของการทดลองจะออกมาเป็นเช่นไร

การใช้สมมติฐานจะเป็นผลร้ายต่อการทดลอง ถ้าผู้ใช้สมมติฐานมีอคติ ความชอบส่วนตัว หรือยึดติดอยู่กับสิ่งหนึ่งสิ่งใด เพราะจะเป็นเหตุให้ผู้ใช้สมมติฐานยึดถือเอาความคิดของตัวเองเป็นใหญ่ มากกว่าความเป็นจริง ฉะนั้นการใช้สมมติฐานจึงจะต้องมีเกณฑ์มาตรฐานในการวัดซึ่งจะทำให้เกิดผลดีในการใช้มากกว่า

สมาคม American Association for the Advancement of Science (AAAS) กล่าวว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานเป็น 1 ในจำนวน 13 ทักษะ ที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันอย่างยิ่ง เพราะทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นทักษะที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

กิบส์ (Gibbs, 1968 : 3051) กล่าวว่า ทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นตอนขั้นแรกอันหนึ่งในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะนี้ เป็นสิ่งที่จำเป็นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

ธงชัย ชิวปรีชา (2521 : 60) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่าทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นทักษะที่นำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ของนักวิทยาศาสตร์และเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์

จะเห็นว่าสมมติฐาน เป็นสิ่งสำคัญเป็นเสมือนเครื่องนำทางให้ศึกษาไปถึงจุดหมายได้เป็นขั้นตอนสำคัญในการเสาะแสวงหาความรู้ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะหรือมีความสามารถในการตั้งสมมติฐาน เพื่อจะได้นำไปใช้แสวงหาความรู้ในชีวิตประจำวันได้

หลักการตั้งสมมติฐาน

จอห์น และเอลส์เวิร์ท (ชาดูชัย กิจสวัสดิ์ 2529 : 22 ; อ้างอิงมาจาก John and Ellsworth. 1965) กล่าวว่า สมมติฐานที่ดีเป็นเครื่องมือจำเป็นสำหรับการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ แต่ถ้าสมมติฐานจำเป็นต้องเปลี่ยนทุก ๆ ขั้นตอนของการทดลองจะไม่ใช่สมมติฐานที่ดีเพราะจะทำให้เพิ่มความยุ่งยากซับซ้อนให้แก่การทดลอง สมมติฐานลักษณะดังกล่าวมีแต่จะทำให้การทดลองไม่สามารถจะไปถึงจุดหมายสุดท้ายของการทดลองได้มีแต่จะต้องย้อนกลับไปจุดเริ่มต้น เพื่อคิดสมมติฐานของการทดลองใหม่อีก

ข้อควรระวังในการตั้งสมมติฐาน คือ ในการตั้งสมมติฐานนั้น ผู้ตั้งควรไตร่ตรองเลือกถ้อยคำที่ใช้ให้เสียก่อน มิฉะนั้นจะทำให้เกิดความกำกวมขึ้นจนได้ สมมติฐานที่ดีจะต้องตั้งอยู่บนรากฐานแห่งความเป็นจริงซึ่งจะไม่ทำให้ผู้อ่านเข้าใจผิดได้

สมมติฐานที่ได้รับการพิสูจน์โดยผลการทดลองว่าไม่เป็นความจริงนั้น นับว่าเป็นประโยชน์ในการสืบค้นต่อไป ดังนั้น ไม่ว่าสมมติฐานจะเป็นจริงหรือไม่ก็ตามสิ่งเหล่านั้นก็จะเป็นตัวเสริมให้สมมติฐานที่จะได้รับการยอมรับภายหลังนั้นมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เพราะสมมติฐานจะเป็นสิ่งที่ทำให้การทดลองบรรลุถึงเกณฑ์มาตรฐานที่ได้ตั้งไว้สำหรับการทดลองแต่ละครั้ง

พอจะสรุปได้ว่า สมมติฐานที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีความเที่ยงตรงเพียงพอที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาและได้มีการศึกษาค้นคว้า รวบรวมความรู้เพื่อรองรับปัญหานั้นอย่างเพียงพอ
2. สมมติฐานที่ตั้งมานั้น ต้องสามารถตรวจสอบหรือพิสูจน์ได้ในช่วงเวลาขณะนั้น
3. ช่วยให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจนว่า ผลลัพธ์ของการศึกษาค้นคว้าจะออกมาเป็นอย่างไร
4. มีความเป็นเหตุเป็นผล ไม่คลุมเครือและถูกจำกัดด้วยเงื่อนไขใด ๆ
5. สมมติฐานจะต้องมีความสอดคล้องกับปัญหาเป็นอย่างดี

การตั้งสมมติฐาน

จุดเริ่มต้นของการตั้งสมมติฐานนั้น จอห์น และเอลส์เวิร์ท (John and Ellsworth. 1965 :85) ได้กล่าวไว้ว่า ไม่ว่าจะมีปัญหาทางการทดลองใด ๆ เกิดขึ้นก็ตาม เริ่มแรกนักทดลองจะต้องถกเถียงกันเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันและจะตั้งสมมติฐานขึ้นกว้าง ๆ หลาย ๆ แบบ ตามแต่เขาเหล่านั้นจะเห็นควร

อันที่จริงแล้วในการทดลองครั้งหนึ่ง ๆ จะมีความจริงหรือผลลัพธ์ที่จะออกมาอยู่เพียงอย่างเดียวแต่ก่อนที่จะไปถึงความจริงนั้นก็จะเป็นที่นักทดลองจะต้องตั้งสมมติฐานไว้หลายๆ แบบ โดยอ้างอิงความคิดมาจากแหล่งต่างๆ มากมายและให้คำอธิบายเกี่ยวกับสมมติฐานของตนไปหลายๆ แบบ

ประเภทของสมมติฐานที่จะเกิดขึ้นในใจของนักทดลองนั้น ไม่เพียงจะเกิดขึ้นจากความคิดเห็นเกี่ยวกับความจริงหรือผลลัพธ์ที่ต้องการจะค้นหา แต่ยังขึ้นอยู่กับความมีประสบการณ์เพียงพอสอดคล้อง และความสนใจ และจุดหมายในการทำการทดลองครั้งนั้น ๆ

ในบางกรณีจินตนาการซึ่งจะต้องเกิดจากประสบการณ์ในอดีตก็เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการตั้งสมมติฐาน ซึ่งนักทดลองจะต้องอาศัยความพยายามอย่างมากที่จะสร้างจินตนาการ และเป็นหน้าที่ของนักทดลองที่จะต้องเดาว่า อะไรคือคำตอบต่อคำถามเกี่ยวกับข้อมูลที่เรามียู่ เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและคำถามเหล่านั้นซึ่งในที่สุดจะเป็นตัวแนะที่แก่นักทดลองไปสู่คำตอบในการทดลอง

จึงอาจสรุปได้ว่า เพื่อที่จะตั้งสมมติฐานที่ดีนั้น นักทดลองจะเป็นจะต้องมีความขัดแย้งในใจเกี่ยวกับผลการทดลอง ซึ่งจะต้องอาศัยการสังเกตและการใช้จินตนาการควบคู่ไปด้วยความสามารถในการตั้งสมมติฐานของเด็กเกี่ยวข้องกับความสามารถในการตั้งปัญหา และจินตนาการโครงสร้างองค์ประกอบของปัญหาถือว่าความสามารถในการตั้งสมมติฐานเป็นความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก การตั้งสมมติฐานส่วนมากจะเป็นไปในลักษณะของอุปมาน ในการตั้งสมมติฐานต้องอาศัยความรู้ และประสบการณ์ในอดีต สมมติฐานใดที่น่าจะเป็นคำตอบหรือคำอธิบายปัญหาจะถูกคัดออกไป สมมติฐานที่เหลือจากการกลั่นกรองจะถูกนำไปทดสอบ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์มักจะใช้อุปนุมาณ ในการหา

เหตุผล และเขียนแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ต้องการศึกษานั้นไว้ในรูปของประโยคเงื่อนไข
 "ถ้า....แล้ว...." (if....then....)

การสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน

โอเค (Okey. 1971 : 1) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานไว้ว่า ก่อนที่จะตั้งสมมติฐานนั้นต้องตรวจสอบก่อนว่า มีอะไรบ้างที่เป็นตัวแปรของการทดลองนั้นและมีอะไรบ้างที่เป็นตัวแปรของสิ่งแวดล้อมของการทดลอง แล้วจัดเข้าหมวดหมู่ของตัวแปร ในการตั้งสมมติฐานแต่ละข้อนั้น ต้องเลือกตัวแปรอิสระมาเพียงตัวแปรเดียว จากนั้นจึงตั้งสมมติฐานเพื่อทำการทดสอบ การตั้งสมมติฐานนั้นก็คือการคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ การคาดคะเนนี้อาจจะได้แนวทางมาจากความจริง ความคิดเห็น ประสบการณ์ ฯลฯ

ควิน (Quinn. 1975 : 290) ได้ตั้งเกณฑ์เกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานไว้ว่า สมมติฐานที่ดีจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบดังต่อไปนี้ คือ

1. เขียนด้วยข้อความที่ชัดเจน
2. เขียนครอบคลุมตัวแปรทั้งหมด
3. เสนอแนวทางในการทดสอบ
4. มีรากฐานมาจากการสังเกตเบื้องต้น
5. เขียนด้วยข้อความที่สมเหตุสมผล

สมาคม American Association for the Advancement of Science (AAAS. 1970 : 159) ได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่า มีความสามารถในการตั้งสมมติฐานไว้ดังต่อไปนี้ คือ

1. สร้างสมมติฐานซึ่งเป็นการสรุปรวบยอดหรือการสรุปอ้างอิงได้
2. สร้างและแสดงให้เห็นถึงวิธีการที่จะตรวจสอบสมมติฐานได้
3. สามารถแยกการสังเกตที่สนับสนุนและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้
4. สามารถปรับปรุงสมมติฐานได้หลังจากการสังเกตเพื่อทดสอบสมมติฐาน

นอกจากนี้ เอ็ดเวิร์ดและเบอร์ไนซ์ (Edward and Bernice, 1984 : 53) ได้เสนอการฝึกวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และแฟรงเคิล (Frankel) ได้นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานมาฝึกโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหา โดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาเหตุผลที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐานโดยให้อยู่ในรูปของข้อความ "ถ้า...แล้ว..." และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้โดยการนับ การสังเกตหรือการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่ง

จากเอกสารเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน สรุปได้ว่า สมมติฐานเป็นการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองหรือคือการเดา การทายเหตุของปัญหาและผลที่จะได้รับจากการทดลอง สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ และความสามารถในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวข้องกับความสามารถในการระบุปัญหาวิเคราะห์โครงสร้างหรือองค์ประกอบของปัญหา ดังนั้นจึงควรฝึกในเรื่องของการวิเคราะห์ปัญหา ด้วยจึงจะทำให้ตั้งสมมติฐานได้

เอกสารเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลอง เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดขั้นหนึ่งในกระบวนการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าจริงหรือไม่ ซึ่งได้มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและสถาบันที่เกี่ยวข้อง ได้กล่าวถึงการออกแบบการทดลองในลักษณะที่สอดคล้องกันดังนี้

โอเค และฟีล (นอยท์พีย์ ศาสตร์ศาสตร์ 2522 : 17 ; อ้างอิงจาก Okey and Fiel 1971) ได้กล่าวถึงการออกแบบการทดลอง (Designing Ivestigation) ว่าคือความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้เมื่อกำหนดลสมมติฐานให้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย

1. การกำหนดเชิงปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม
2. การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก
3. การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

คณะกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตัวสุดอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 80) ได้จัดให้การออกแบบการทดลองเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการทดลอง ซึ่งขั้นตอนการออกแบบการทดลอง เป็นขั้นที่กระทำเพื่อควบคุมตัวแปรและเลือกวิธีสุดอุปกรณ์ที่เหมาะสม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สมจิต สวอนไพบูลย์ ม.ป.ป.:69 ; อ้างอิงจาก สสวท.) ได้ระบุเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการทดลอง และหมายถึงการวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลอง เพื่อกำหนด

1. วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
2. อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะในการออกแบบการทดลองแล้ว คือ

1. กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย
2. ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS. (American Association for the Advancement) (สมจิต สวอนไพบูลย์ ม.ป.ป. : 69 ; อ้างอิงจาก AAAS.:1970) ได้ให้ความหมายของการออกแบบการทดลองว่า การออกแบบการทดลอง หมายถึง การกำหนดโครงการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึง

1. นิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ
3. เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

โจเซฟ และคนอื่น ๆ (สวัธก์ นิยมคำ ม.ป.ป. ; อ้างอิงจาก Joseph and others.

1976 : 56) บอกว่า การออกแบบการทดลอง มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง 4 ประการ ดังนี้

(1) คำถามเกี่ยวกับตัวปัญหาและวัตถุประสงค์ของการทดลอง การทดลองจะต้องมี ปัญหาหรือวัตถุประสงค์ ปัญหาของการทดลองครั้งนี้คืออะไร (ปัญหาคิดใดที่เหมาะสมสำหรับใส่หน่วยใน สนาม) การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์อะไร (เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบบจากการใช้ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อหน่วยในสนาม)

(2) วิธีการในการทดลอง จะทำการทดลองอย่างไรจึงจะได้คำตอบของปัญหา หรือของ วัตถุประสงค์ วิธีการทดลองมีได้หลายวิธีจะเลือกวิธีไหนขึ้นอยู่กับ เครื่องมือที่มีและความถนัดของผู้ทดลอง ด้วย

วิธีการในการทดลองจะต้องระบุ

- ตัวแปรอิสระ คือ สิ่งที่เราต้องการดูผลกระทบของมัน
- กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เราไม่ต้องการดูผลกระทบจากตัวแปรอิสระ เป็นกลุ่มที่มีไว้สำหรับเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใส่ตัวแปรที่ต้องการดูผลของมัน

(3) การบันทึกผลการทดลอง การทดลองจะต้องมีการบันทึกผลการทดลองผลบางอย่าง ต้องมีการวัด บางอย่างก็ไม่จำเป็น (จะบันทึกผลอย่างไร การสังเกต-การวัด-แบบฟอร์มที่ใช้)

(4) การลงข้อสรุป จะลงข้อสรุปอย่างไรจึงจะตรงกับผลการทดลอง (การตีความหมาย เพื่อลงข้อสรุปเป็นสิ่งที่สำคัญมาก)

สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงทั้ง 4 ประการนี้ มีความสัมพันธ์กันตลอด เมื่อมีการประเมินผลการ ทดลองจะต้องประเมินผลทั้ง 4 อย่างนี้

ข้อเสนอแนะของใจเซฟและคณะนี้มีประโยชน์ในการที่จะนำไปใช้ในการออกแบบการทดลอง การออกแบบการทดลองเป็นพิมพ์เขียว (Blue Print) ของวิธีการทดลองที่จะทำให้เราได้มองเห็นภาพที่จะทำการทดลองทั้งหมด สิ่งที่ยากไม่ได้ที่จะบรรจุไว้ใน การออกแบบการทดลองคือ ปัญหา-วัตถุประสงค์-วิธีการทดลอง-ตารางบันทึกข้อมูล

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลอง สรุปได้ว่าการออกแบบการทดลองเป็นการกำหนดกิจกรรมล่วงหน้าเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐานโดยใช้ทักษะต่อไปนี้

1. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
3. ระบุอุปกรณ์/และหรือสารเคมี
4. กำหนดวิธีการทดลอง

เอกสารเกี่ยวกับสถานการณ์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ซึ่งอาจเรียกวิธีสอนแบบนี้ว่าวิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้ (อานวย รุ่งรัศมี 2525 : 78)

1. กำหนดขอบเขตของปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. รวบรวมข้อมูล
4. ทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุป

ในขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหานั้นเป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องกำหนด และทำความเข้าใจกับปัญหาให้ชัดเจนว่า ปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นคว้านั้นมีอะไรบ้าง มีขอบเขตกว้างมากน้อยขนาดใด ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูอาจจะกำหนดกิจกรรม อาทิเช่น ใช้การอภิปราย การสาธิต ใช้สถานการณ์ตัวอย่าง ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนระบุหรือกำหนดปัญหาก็ได้

การใช้สถานการณ์กำหนดปัญหา (Case Method หรือ Case Training) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่าการศึกษาเฉพาะกรณีเป็นการนำเอาสภาพการณ์หรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริงมาให้บุคคลหรือกลุ่มศึกษากรณีหรือเรื่องราวเฉพาะ (case) สภาพการณ์ที่นำมาให้ศึกษานั้นจะประกอบด้วยข้อเท็จจริง (Fact) ซึ่งมีรายละเอียดพอที่ผู้ศึกษาจะมองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจนและเกิดความรู้สึกเหมือนกับเป็นเรื่องของตนเป็นปัญหาที่ตนจะต้องแก้ไข การฝึกให้ศึกษา สถานการณ์กำหนดปัญหานี้จะมีการสรุปหรือไม่ก็ได้ เพราะการแก้ปัญหานั้นเรื่องดังกล่าวจะไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน ดังนั้นในการศึกษาสถานการณ์จะเปิดโอกาสให้ผู้ศึกษาแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระโดยครูหรือผู้นำจะไม่มีการแนะแนวทางในการสรุปและแก้ปัญหา (เยาพา เดชะคุปต์ 2516 ; อ้างอิงจาก Davis. n.d.)

ชนิดของการศึกษาเฉพาะกรณี

ปีเกอร์ (เยาพา เดชะคุปต์ 2516 : 87 ; อ้างอิงจาก Pigors. n.d.) เสนอวิธีการที่ศึกษาด้วยเรื่องราวเฉพาะกรณีเอาไว้ 4 ประการ คือ

1. วิธีการของฮาร์วาร์ด (The Harvard Method) วิธีนี้ คริสโตเฟอร์แลงเดล (Christopher Langdell) เป็นผู้คิดขึ้นและแผนกวิจัยของ "The Harvard Business School" เป็นผู้ดำเนินการต่อมา การศึกษาดมวิธีนี้จะมีการสร้างเรื่องราวที่จะศึกษาขึ้นมาโดยนำรายงานเกี่ยวกับเรื่องราวใดเรื่องราวหนึ่งที่เกิดขึ้น (case report) มาให้ผู้เรียนศึกษารายงานเกี่ยวกับกรณีเฉพาะนี้จะประกอบด้วยเรื่องราวทั่ว ๆ ไป ประวัติความเป็นมา ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ศึกษาเข้าใจถึงเหตุการณ์และพฤติกรรมที่เกิดขึ้นได้ ความมุ่งหมายที่สำคัญของวิธีนี้คือช่วยให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาจากเรื่องราวเฉพาะกรณีที่กำหนดขึ้น วิธีการนี้แม้จะเป็นวิธีเก่าแก่ที่สุดแต่ก็เป็นที่ยอมรับและมีนิยมนำใช้มากที่สุด

2. วิธีการของ Wharton (The Wharton School Method) วิธีการนี้เป็นการนำเอาเรื่องจริง (live) ซึ่งเป็นรายงานเหตุการณ์ที่เพิ่งเกิดขึ้น หรือกำลังดำเนินอยู่มาศึกษา การ

ใช้วันผู้ศึกษาจะต้องสนใจข่าวคราว และเหตุการณ์ประจำวันอยู่เสมอและจะมีการศึกษาล่วงหน้ามาจากบ้าน ในการรวมกลุ่มเพื่อศึกษาตามวิธีนี้ จะมีลำดับหรือวิธีการดังนี้ ในครั้งแรกจะมีการนำเรื่องจริง (live case) มาแสดงให้กลุ่มทราบแล้วจะให้โอกาสสมาชิกทำความเข้าใจกับปัญหาโดยการซักถามและโต้ตอบ หลังจากนั้น จะให้โอกาสผู้ศึกษาไปค้นคว้าหาคำตอบมาเสนอกลุ่ม และอภิปรายร่วมกัน และสมาชิกเขียนรายงานส่งคนละหนึ่งหน้า

การรวมกลุ่มครั้งที่สอง ผู้ศึกษาจะเข้าพบผู้สอน เพื่ออภิปรายเกี่ยวกับรายงานของตนผู้สอนจะรวบรวมรายงานทั้งหมด และคัดเลือกรายงานที่ดีที่สุด 10 ชุด นำเสนอคณะกรรมการ (The Executive) คณะกรรมการจะศึกษารายงานและเขียนคำวิจารณ์เพิ่มเติม แล้วนำมาแถลงให้กลุ่มทราบผลการศึกษา หลังจากนั้นจะมีการอภิปรายทั่วไปเกี่ยวกับสรุปผลการศึกษานั้น

3. วิธีการ เฮนรี - ซินดิเคต (The Henry Syndicate Method) วิธีการนี้เป็นการศึกษาเฉพาะกรณีแบบอังกฤษซึ่ง "The British Administration Staff College" เป็นผู้คิดวิธีการนี้ขึ้นที่ Henley - on - Thames

ลักษณะที่สำคัญของวิธีการนี้ คือจะเน้นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์เกี่ยวกับกรณีที่เป็นเรื่องจริง (live case) ภายในกลุ่มย่อย ซึ่งต้องอาศัยทักษะในการสื่อสารทางวาจาและการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร การอภิปราย และการตัดสินใจร่วมกัน วิธีการในการศึกษาจะมีการกำหนด "คณะกรรมการ" (Syndicate) ซึ่งประกอบด้วย ผู้ให้คำปรึกษาหรือวิทยากร 1 ท่าน ซึ่งคอยให้ความดูแลและให้คำปรึกษา นอกจากนั้นจะมีการกำหนดเรื่องย่อไว้เป็นแนวทางในการศึกษาแต่ละเรื่อง ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับวิชาการและเป็นสถานการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ โดยเรื่องราวเหล่านี้อาจประกอบด้วยเรื่องที่เกินความจริง (Superfluous matter) เพื่อให้ผู้เรียนตัดสินใจเอาเองว่าเรื่องราวเช่นไรที่เหมาะสมกับกรณีศึกษา

การดำเนินการศึกษาคณะนี้จะเริ่มต้นจากการอภิปราย เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาและแบ่งงานให้กับคณะกรรมการทำ โดยแบ่งออกเป็นคณะกรรมการชุดย่อย ๆ ลงไป เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มมีโอกาสแก้ปัญหาร่วมกันได้อย่างทั่วถึง หลังจากนั้น สมาชิกจะกลับมาประชุมกันเพื่อพิจารณาหาข้อสรุปของปัญหา

4. วิธีการศึกษาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ (The Incidental Method) วิธีการนี้คิดขึ้นโดย พอล ปีเกอร์ และ เฟธ ปีเกอร์ (Paul Pigors and Faith Pigors) ในปี 1950 โดยกำหนดกรณีสั้น ๆ แต่เป็นเรื่องที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน และต้องการการตัดสินใจและการตัดสินใจหาร่วมกัน เรื่องราวที่นำมาแสดงนี้ จะเป็นเรื่องราวที่ผู้นำหรือครูเพียงแต่สรุปเหตุการณ์มาเพียงสั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงด้วยตนเองเสียก่อน จึงจะสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งผิดกับวิธีศึกษาเฉพาะกรณีอื่นซึ่งครูเตรียมเรื่องราวมาแล้วเป็นอย่างดี จุดมุ่งหมายของวิธีการนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสทำความเข้าใจในเรื่องราวร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่นและยังต้องใช้ความสามารถทางปัญญาในการพิจารณาตัดสินใจ ตลอดจนทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสังคม (Social Awareness) ได้ยิ่งขึ้น

ปีเกอร์ได้เสนอลำดับขั้นของการศึกษาวิธีนี้ออกเป็น 5 ขั้น คือ

1. ขั้นเล่าเหตุการณ์ให้ผู้ศึกษาจับฟัง หรือจะให้กลุ่มอ่านเรื่องราวที่เกิดขึ้น (Written Incident) ก็ได้
2. ขั้นหาข้อเท็จจริง ในขั้นนี้จะให้สมาชิกคิดและรวบรวมข้อมูลหรือทำความเข้าใจกับปัญหาโดยการอภิปรายปัญหาร่วมกับกลุ่มภายในช่วงเวลาสั้น ๆ
3. ขั้นตัดสินใจของกลุ่มเบื้องต้นในขั้นนี้จะเป็นการให้คำนิยามปัญหาหรือสรุปความเข้าใจในปัญหาให้ตรงกันเสียก่อน
4. ขั้นตัดสินใจโดยมีเหตุผลประกอบ ภายหลังจากการทำความเข้าใจกับเรื่องราวหรือปัญหาให้ตรงกันแล้ว กลุ่มจะอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป แล้วให้สมาชิกแต่ละคนคิดและเขียนปัญหาและวิธีแก้ปัญหาเสนอให้ผู้อภิปราย หรือจะใช้วิธีสรุปด้วยวาจาก็ได้
5. ขั้นอภิปรายเกี่ยวกับเรื่องราว และการตัดสินใจของกลุ่ม การตัดสินใจของกลุ่มบางครั้งจะมีความคิดเห็นที่แตกแยกไม่ตรงกัน ถ้าเป็นเช่นนี้ ผู้นำกลุ่มจะให้ผู้ที่มีการแตกต่าง ออกไปรวมกลุ่มเพื่ออภิปรายอีกทีหนึ่ง โดยให้ผู้ที่มีความคิดคล้าย ๆ กันอยู่ด้วยกัน หรืออาจให้กลุ่มร่วมกันคิดหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา

ในตอนสุดท้ายจะเป็นการสรุปของผู้นำกลุ่ม ว่าควรมีวิธีการในการวิเคราะห์ปัญหาอย่างไร และช่วงสุดท้าย จะมีการลำดับเหตุการณ์และวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงในกลุ่ม

ปีเกอร์แสดงความคิดเห็นว่าลำดับที่ 4 นี้ มีความสำคัญมากที่สุด เพราะทุกคนได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ

จุดอ่อนของวิธีการนี้ คือ กลุ่มไม่มีโอกาสศึกษาข้อเท็จจริงอย่างถี่ถ้วนเสียก่อนเพราะผู้นำจะเป็นผู้ให้ข้อเท็จจริงแก่กลุ่ม ถ้าผู้นำไม่ทราบข้อเท็จจริงดีพอ หรือสรุปโดยแปลความหมายผิดก็อาจทำให้การตัดสินใจผิดพลาดไปได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับสถานการณ์ พบว่า ในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญคือ ฝึกให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาหรือกำหนดปัญหาจากสถานการณ์และในการสร้างสถานการณ์นั้นวิธีการสร้างได้หลายวิธี ในการวิจัยครั้งนี้ได้สร้างสถานการณ์โดยใช้รูปภาพ แผนภูมิ ข้อความอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างประกอบกัน ซึ่งเป็นการเร้าใจให้นักเรียนได้รู้จักฝึกการใช้ความคิด และนำความรู้ความสามารถเดิมมาใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบจุดหมายของสิ่งที่นักเรียนจะเรียนด้วย

เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก

การฝึกเป็นกิจกรรมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเรียนการสอน มีผู้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการฝึกไว้ คือ

ชาอุชัย ถวิวงศ์สิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์ (2523 : 114) ได้กล่าวว่าการฝึกหมายถึง การจัดสภาพการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการจะสร้างแบบฝึกขึ้นมาใช้ต้องคำนึงถึงหลักการสร้าง จิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก ลักษณะของแบบฝึกที่ดี ประโยชน์ของแบบฝึก หลักการนำไปใช้ จะกล่าวถึงพอสังเขปดังนี้

หลักในการสร้างแบบฝึก

ริเวอร์ (River. 1970 : 97-105) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอสมควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ
ต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อการทดสอบ

2. แต่ละบทฝึกควรวางแบบประโยคเพียงแบบหนึ่งเท่านั้น
3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พบกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักแล้ว
5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย
6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้เด็กนักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้ว ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

บัทส์ (นิตยา กิจโร 2530 : 40 ; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) ได้เสนอหลัก
การสร้างแบบฝึกดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงสร้างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึก
เกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร

2. ศึกษางานทางด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยจะต้องคำนึงถึงความ
เหมาะสมของผู้ที่จะเรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. การประเมินผลจะประเมินผลอย่างไร

ลักษณะแบบฝึกที่ดี

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2518 : 72) ได้ศึกษาพบว่าแบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำแบบฝึกจะต้องมีลักษณะ ดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาค้นคว้าตนเอง

นิตยา ฤทธิโยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับและวัยหรือความสามารถของนักเรียน
3. ใช้เวลาเหมาะสม
4. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ในการสร้างแบบฝึกจะต้องมีหลักการในการสร้าง เพื่อให้ได้แบบฝึกที่ดี และสามารถจะนำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่ง วรรณาก พ่วงสุวรรณ (2518 : 34 - 37) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบฝึก พอสรุปได้ ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก
 - 3.1 ศึกษาปัญหาในการสอน
 - 3.2 ศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและจิตวิทยาพัฒนาการ

3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา

3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก

3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของการฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง

3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามที่กำหนดไว้

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรชัย (2522 : 52 - 62) กล่าวถึงแบบฝึกไว้ว่า ต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้ คือ

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกซึ่งกล่าวว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดและกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องสามารถทำได้ดี ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดที่ไม่ได้รับการฝึกหัดหรือทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมทำไม่ได้ดี

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถและความสนใจต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือไม่ง่ายและไม่ยากเกินไปและควรมีหลายรูปแบบ

3. การจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูด ความสนใจ ของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยยั่วยุให้คิดตามต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

หลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน

บททส์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 44 ; อ้างอิงจาก Butts. 1974) ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ทั่วไปให้เข้าใจก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าสามารถทำได้หรือไม่

3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึก และกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่
5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับระดับของผู้เรียนหรือไม่
6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในแบบฝึกว่า เหมาะสมหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกับนักเรียน หลังจากให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดแล้ว เพื่อศึกษาปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาทักษะมาก เพ็ชต์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 42 ; อ้างอิงมาจาก Petty. 1963 : 469 - 472) กล่าวไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้ เพราะเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ
2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล แบบฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น
4. ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนแต่ละครั้ง
5. แบบฝึกจัดเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป
6. การได้ทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนจะได้ปรับปรุงแก้ไขได้ทันทั่วทั้ง
7. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเติมที่

8. แบบฝึกหัดที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้วช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงาน และเวลาในการที่ต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ

9. ผู้เรียนมองเห็นความก้าวหน้าของตน

นอกจากนี้ เอ็ดเวิร์ด และเบอร์ไนซ์ (Edward and Bernice. 1984 : 53) ได้เสนอการฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และแฟรנקิล (Frankel) ได้นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานมาฝึกโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหา โดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาเหตุที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐานโดยให้อยู่ในรูปของข้อความ "ถ้า... แล้ว...." และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้โดยการวัด การสังเกต หรือการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่ง

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกและการฝึก พบว่าแบบฝึกที่ว่าไว้ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นคำชี้แจง ส่วนที่เป็นการฝึก และส่วนที่เป็นการประเมินผล สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองที่ประกอบด้วย ส่วนประกอบคล้ายกับแบบฝึกดังกล่าว ดังนั้น แบบฝึกตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง จึงประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

1. ส่วนที่เป็นคำชี้แจง
2. ส่วนที่เป็นการเสนอสถานการณ์
3. ส่วนที่เป็นการฝึก
4. ส่วนที่เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับ

วิธีดำเนินการฝึก

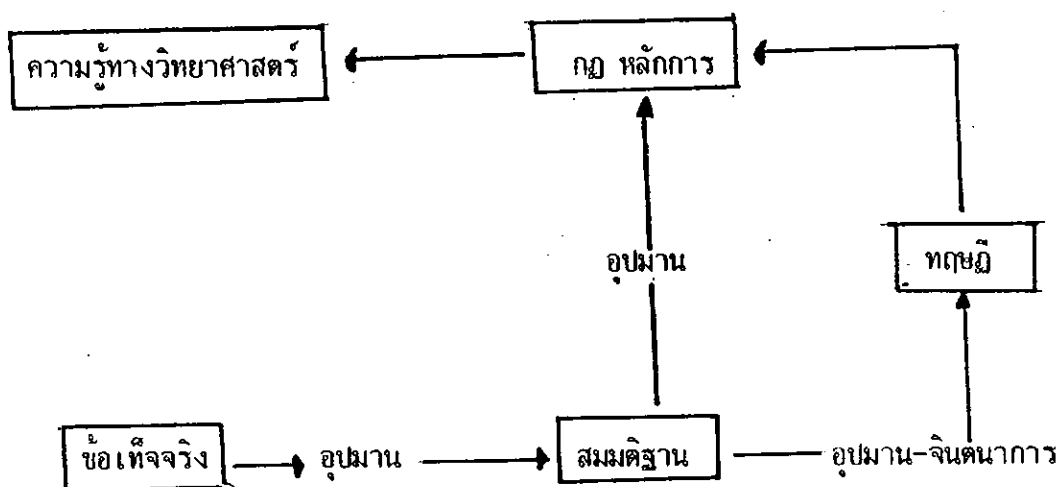
1. ให้นักเรียนศึกษาส่วนที่เป็นคำชี้แจง
2. นักเรียนทำกิจกรรมในแบบฝึก

3. นักเรียนศึกษาแนวทางของคำตอบจากแบบฝึก
4. ภายหลังนักเรียนทำกิจกรรมและศึกษาแนวทางของคำตอบแล้ว ครูและนักเรียน
ร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่ขั้นการทดลอง

เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เนื่องจากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการ
การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่ง สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 1-15) ได้กล่าวถึงความรู้
ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาการสอนและวัสดุ อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์
(กระบวนการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525 : 8 - 13)
โดยสรุป ดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์
จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบ
จนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นี้จะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 63-69) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดการกระทำอย่างมีระบบ ในการค้นหาคำเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานที่ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้ คือ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน พิสูจน์หรือทดลอง สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้นๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ ความอดทน ความมีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใดง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้ มีความซื่อสัตย์สุจริต สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

ดังนั้น ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองส่วน ผู้วิจัยจึงได้นำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อย ลึกซึ้งเพียงใดอยู่ที่พฤติกรรม คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2523 : 259) ได้กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่

ประสาธ อิศรปริดา (2523 : 267) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นขบวนการที่ต้องอาศัยสติปัญญาและความคิดรวมทั้งรูปแบบพฤติกรรมที่ซับซ้อนต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากพัฒนาการทางสติปัญญา การคิดแก้ปัญหาก็จะต้องมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสติปัญญา

พยอม ตันณี (2524 : 42) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า ต้องอาศัยกฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้วช่วยแก้ปัญหาที่ค้นพบ การแก้ปัญหาก็แก้ได้โดยการสอน โดยการบอกวิธีให้ อย่างไรก็ตามส่วนประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาก็คือ การใช้กฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ดังนั้นการแก้ปัญหาก็คือกระบวนการซึ่งผู้เรียนตั้งสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นสถานการณ์ต่าง ๆ

กิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 104) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect) กับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาคือ ได้สรุปว่าขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการรู้ (Cognition) ขั้นตอนในการเสนอวิธีการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ เกี่ยวข้องกับการคิดแบบเอกนัยและแบบอนนัย (Convergent and Divergent) ส่วนขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านประเมินค่า (Evaluation)

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีการที่สลับซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดแบบวิเคราะห์ ประสพการณ์ วิธีการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดหมายที่ต้องการ

ความสามารถในการแก้ปัญหของบุคคล

สโตว์เบอร์ก (Stollburg. 1956 : 225 - 228) ได้ให้ความเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็นเอกลักษณ์ การแก้ปัญหาก็จะไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหามีขั้นตอนที่แน่นอนและไม่เป็นไปตามลำดับอาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มีนอกจากนั้นการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับ

1. ประสิทธิภาพของแต่ละบุคคล
2. วุฒิกวาทะทางสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

มอร์แกน (Morgan. 1978 : 154 - 155) สรุปว่า วิธีแก้ปัญหามองของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกันทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ

1. สติปัญญา (Intelligence) ผู้ที่มีสติปัญญาคงจะแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ (Motivation) ในการที่จะทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา
3. ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน
4. การเลือกวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Functional Fixedness)

ชม ภูมิภาค (2516 : 59) ได้ให้ความเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่นความรู้ อารมณ์ ประสิทธิภาพ การจูงใจ จากการสังเกตโดยทั่วไปจะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์เป็นอันมากและการที่นำเอาประสบการณ์มาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้เนื่องมาจากเหตุ 3 ประการ คือ

1. บุคคลมักจะมีการพัฒนาความคิดรวบยอดและระบบของการเข้ารหัสสิ่งต่าง ๆ เอาไว้เพื่อนำไปใช้ในโอกาสข้างหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสปัญหาลักษณะต่าง ๆ ที่ได้แก้มาแล้วนั้นจะช่วยให้การแก้ปัญหาใหม่

2. การพัฒนาของแนวโน้มแห่งการตอบสนอง แนวการตอบสนองที่ได้รับการเสริมแรงจะก่อตัวเป็นนิสัย และมักจะเกิดขึ้นก่อนเมื่อพบปัญหาใหม่ โดยบุคคลจะแก้ปัญหามาตามที่ได้ปฏิบัติมาจะพยายามแล้วพยายามอีก เมื่อแนวโน้มเช่นนี้ไม่สามารถแก้ได้จริง ๆ บุคคลจึงจะเริ่มคิดและเปลี่ยนแนวใหม่

3. การพัฒนาเทคนิคของการแก้ไขปัญหามอง เมื่อบุคคลได้แก้ปัญหามาก ๆ คนเราก็มักจะมีความชำนาญในการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ มากขึ้นนอกจากนี้เทคนิคของการแก้ไขปัญหามองยังสอนกันได้ด้วย

จากที่กล่าวมานี้จะเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลนั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบุคลิกทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

จากความสำเร็จของการแก้ปัญหา จึงมีการศึกษา และนักจิตวิทยาได้ให้ความสนใจและเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้มากมาย ๗ แนวคิดด้วยกัน เช่น

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2527 : 8) ได้เสนอว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด-ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมาแต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้ใญ่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

- ขั้นที่ 1 ขั้น ขั้นระบุปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้น ขั้นตั้งสมมติฐาน
- ขั้นที่ 3 ขั้น ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง
- ขั้นที่ 4 ขั้น ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 313) กล่าวว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา สำหรับคิ้วี่ (Guilford. 1971 : 130) เห็นว่ากระบวนการในการแก้ปัญหานั้นควรประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 ขั้น ขั้นเตรียมการ
- ขั้นที่ 2 ขั้น ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 ขั้น ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 ขั้น ขั้นตรวจสอบผล
- ขั้นที่ 5 ขั้น ขั้นในการนำไปประยุกต์ใช้

บรูเนอร์ (Bruner, 1966 : 123) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาและได้สรุปว่า การคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้น ต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิงและจำแนกประเภทสิ่งเร้าประสบการณ์การรับรู้ต่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการจัดประเภทอันที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหามีดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา
2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมาก ในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม
3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของเนื้อหา
4. การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

จากแนวคิดในการแก้ปัญหาและขั้นตอนในการแก้ปัญหาค้างกล่าว พบว่าการแก้ปัญหาที่ดีนั้นจะต้องเป็นขั้นตอน มีระบบแบบแผนซึ่งเป็นระบบแบบแผนที่สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อาจมีการแจกแจงขั้นตอนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความละเอียดในการแบ่งขั้นตอนนั้น ๆ ซึ่ง กู๊ด (Good, 1959 : 486) ได้ให้ความเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหานั่นเอง และการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์ที่สุดเพราะเป็นวิธีที่มีกระบวนการหาคำตอบหรือหาความรู้ที่มีขั้นตอนต่อเนื่อง มีระบบแบบแผน มีการใช้เหตุผลขั้นสูง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2530 : 14) โดยสรุปของขั้นตอนในการแก้ปัญหาค้างด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว มีอยู่ 4 ขั้นตอนด้วยกัน ดังที่ เวียร์ (Weir, 1974 : 17) ได้สรุปไว้ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem)
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distinguishing Essential Features)
3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis)

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Verifying the Solution)

และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ตามแนวนขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
ในแนวทางการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหของบุคคลจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้น มีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การตั้งใจหรือไม่เพียงใด การแก้ปัญหามีขั้นตอนแน่นอนตายตัว การเรียนการสอนจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เด็กมีโอกาสฝึกอยู่เสมอย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็ก วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหา มังกร ทองสุติ (2522 : 5 - 10) กล่าวไว้ดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้ เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูและนักเรียนต้องเผชิญปัญหายอยู่ตลอดเวลา

2. ฝึกให้เด็กมีการทดลองอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหายู่เสมอนั้น อาจจะหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้าก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ (Intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น

Sehwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้อำนาจการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียง ได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหานั้นออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

4.1 การกำหนดปัญหา

4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง

4.3 ตั้งสมมติฐาน

4.4 ทดสอบสมมติฐาน

4.5 ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาดัง ๆ ได้อย่างกว้างขวางสามารถนำไปใช้กับทุกสาขาวิชาบางทีเรียกวิธีการนี้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (The Method of Intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรจะฝึกให้นักเรียนข้ออยู่เสมอ เพราะสามารถจะนำไปใช้ในอนาคตอีกด้วย นอกจากนั้นครูควรจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิด หรือกระทำในเรื่องเหล่านี้โดย

1. ฝึกให้อำนาจการวิเคราะห์-สังเคราะห์
2. ฝึกให้อำนาจออกความเห็น (Suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นยั่วยุให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น ฉะนั้น การจะฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียวครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ โดยการจัดสถานการณ์ยั่วยุให้นักเรียนได้ใช้ความคิดจัดบรรยากาศของห้องเรียนให้เอื้อต่อการเรียนการสอนและให้ฝึกทำงานอยู่เสมอ

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ก่อกัณฑ์ ศรีน้อย (2527 : 1 - 93) ได้ศึกษาการใช้คำถามที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับการสอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา กรุงเทพมหานคร จำนวน 105 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม สอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอนของ สสวท. ผลการทดลองพบว่าความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86 - 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานุกูล" อำเภอวิเศษไชยชาญ จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แนวคิดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หอมฉวี ใจชื่อ (2529 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่าง ครูกับนักเรียน พบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

งานวิจัยในต่างประเทศ

ยัง (Youngs. 1970 : 53) ได้ศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนสำหรับการพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Develop Program) สอนให้นักเรียนรู้จักเรียนอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวังและเร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่คาดหวังและสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในการหาคำอธิบายเหตุการณ์นี้ได้จัดคู่ทางให้นักเรียนได้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกัน โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยสอบก่อนและหลังเรียน พบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

โอลารินนอย (Olarinoye. 1978 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการสอน 3 แบบ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ (Tradition) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์โดยใช้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทางและกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้ง 3 กลุ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1976 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการค้นพบชี้แนะแนวทาง (Guide Inquiry Approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository Text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบบค้นพบชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีนี้ส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ผกามาศ วรณสันติกุล (2524 : 47 - 48) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน ผลปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองสอนเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุมสอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท. ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคู่มือครู สสวท.

อารายา แสงไชย (2529 : 76) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางกลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองแตกต่างและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001

งานวิจัยในประเทศ

ซึชแมน (Suchman. 1962 : 3 - 110) ได้ทำการทดลองสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยตั้งโครงการฝึกขึ้นมาการแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จุดมุ่งหมายของการฝึกเพื่อสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Training) เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนา และวางแผนการอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เห็นเหตุ ให้อธิบายการรวบรวม และจัดระเบียบตัวแปรต่าง ๆ และทำการทดสอบสมมติฐานด้วยการใช้การถามคำถาม ทำการเปรียบเทียบความเข้าใจความรู้ทางฟิสิกส์และการใช้การสืบเสาะหาความรู้ ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองถามคำถามชนิดต่าง ๆ ได้มากกว่ากลุ่มควบคุม

วิดเด็น (Widdon. 1973 : 186) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : Science a Process Approach) โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 2 พวก คือกลุ่มทดลองครู จะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม และครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

โอลารินอย (Olarinoye. 1978 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง การสอนปกติและแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองในวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์จะต้องเน้นความรู้และกระบวนการในการแสวงหาความรู้ไปพร้อม ๆ กัน และกระบวนการแสวงหาความรู้เป็นส่วนที่สำคัญ เพราะนักเรียนสามารถที่จะนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ได้ไม่สิ้นสุด ดังนั้นครูผู้สอนควรจะได้ตระหนักในข้อนี้ และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนอยู่เสมอ เพื่อจะได้นำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป

งานวิจัยเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน

งานวิจัยในประเทศ

เกียรติชัย ปิยะวงศ์สมบูรณ์ (2524 : 34) ได้ทดลองสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่าแบบฝึกมีประสิทธิภาพ 92.85/88.83 และนักเรียนมีความสามารถในการตั้งสมมติฐานสูงขึ้นภายหลังการใช้แบบฝึกแล้ว

ชาอุทัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74 - 75) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มทดลอง 1 ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลอง 2 ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยการใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพ หรือแผนภูมิกับโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครูและโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยในต่างประเทศ

แอทกิน (Atkin, 1958 : 414 - 422) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานการตรวจสอบสมมติฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 1 จำนวน 6 ห้อง ระดับ 3 จำนวน 5 ห้อง และระดับ 6 จำนวน 4 ห้อง เก็บข้อมูลโดยใช้วิธีการอภิปรายร่วมกับนักเรียนในขณะที่นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และการบันทึกเหตุผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานตามประสบการณ์เรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามระดับชั้นที่เรียนอยู่
2. ในการตั้งสมมติฐานนักเรียนอาศัยความรู้ของตัวเอง การทดลอง การสอนและการเดาเป็นพื้นฐาน
3. นักเรียนจะเสนอปัญหาแตกต่างกันตามความสนใจในวิชาแกนในวิชาวิทยาศาสตร์
4. นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกหลักเกณฑ์ในการตั้งสมมติฐานที่เขาได้ตั้งไว้แล้วได้
5. นักเรียนในระดับสูงมีแนวโน้มที่จะตั้งสมมติฐานโดยอาศัยความรู้ของตนเองมากกว่านักเรียนในระดับต่ำกว่า ส่วนนักเรียนในระดับต่ำมีแนวโน้มที่จะอาศัยการสังเกตเป็นหลักเกณฑ์ในการตั้งสมมติฐานมากกว่านักเรียนในระดับสูง
6. ความถูกต้องของสมมติฐานที่นักเรียนตั้งมีความถี่อยู่ในระดับเดียวกัน
7. การเสนอแนะการตรวจสอบสมมติฐานนักเรียนในระดับสูงจะเสนอรูปแบบในการทดสอบที่มีหลักการมากกว่านักเรียนในระดับต่ำ

8. พฤติกรรมในการแก้ปัญหา นักเรียนที่อยู่ในชั้นเรียนที่มีสถานการณ์ที่ถูกควบคุมจะแก้ปัญหาโดยการเลาะและไม่คำนึงถึงความถูกต้องมากกว่านักเรียนที่ไม่ถูกควบคุม

กิบส์ (Gibb. 1968 : 3051) ได้วิเคราะห์ประสิทธิภาพของหลักสูตรชีววิทยาในเรื่องของการสอนการตั้งสมมติฐาน โดยใช้ภาพยนตร์และแบบสำรวจการตั้งสมมติฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 800 คน ผลการทดลองพบว่า

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานของนักเรียนโดยการใช้ภาพยนตร์ประกอบ การสอนดีกว่าการสอนโดยการบรรยาย
2. ความสัมพันธ์ระหว่างการตั้งสมมติฐานและระดับสติปัญญาของนักเรียนมีนัยสำคัญเชิงบวก
3. พื้นฐานและความสามารถในการแปลความหมายข้อมูล เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการตั้งสมมติฐาน

ควิน และจอร์จ (Quinn and George. 1975 : 295) ได้ทำการวิจัย เกี่ยวกับการสอนตั้งสมมติฐานสำหรับนักเรียนเกรด 6 โดยใช้ฟิล์มลูป (Film Loop) การทดลองครั้งนี้ใช้ นักเรียนจำนวน 4 ห้องเรียน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 2 ห้อง และกลุ่มควบคุม 2 ห้อง ผลการศึกษาพบว่า

1. การตั้งสมมติฐานสามารถสอนโดยการบรรยายได้
2. ฟิล์มลูปที่ใช้ในการทดลองสามารถสอนการตั้งสมมติฐานได้
3. นักเรียนในเมืองที่อยู่ในบริเวณที่มีเศรษฐกิจต่ำมีทักษะในการตั้งสมมติฐานได้ดีเท่ากับนักเรียนในชนบทที่อยู่ในบริเวณที่มีเศรษฐกิจดี เมื่อใช้การสอนวิธีเดียวกัน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานที่ได้ศึกษาพอจะสรุปได้ว่าการที่จะฝึกให้นักเรียนฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานมีวิธีการฝึกได้หลายวิธี เช่น การใช้ชุดอุปกรณ์ ใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ ใช้ภาพยนตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ที่เป็นรูปภาพ แผนภูมิและข้อความอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างประกอบกันเพื่อใช้ในการตั้งปัญหาและตั้งสมมติฐาน

งานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก

งานวิจัยในประเทศ

สมศรี เพชรขจร (2531 : 5) ได้ศึกษาและสร้างแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน รายละเอียดแบบฝึกประกอบด้วย

1. ชื่อเรื่อง
2. สถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาในการทดลอง
3. คำอภิปรายก่อนการทดลอง
4. ช่องว่างสำหรับบันทึกผลการทดลอง
5. คำถามอภิปรายหลังการทดลอง
6. คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 7) ได้ศึกษาและสร้างแบบฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ รายละเอียดแบบฝึกประกอบด้วย

1. สถานการณ์ซึ่งประกอบด้วย ภาพ หรือภาพไม่สมบูรณ์ ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแบบเรียนและสถานการณ์ของผู้เรียน
2. คำถาม ซึ่งมีลักษณะคำถามดังนี้
 - ระบุสิ่งที่สงสัย โดยเขียนในรูปของข้อความที่เป็นคำถาม
 - บอกตัวแปรหรือองค์ประกอบหรือต้นเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยหรือเกิดปัญหา
 - ปรับปรุงปัญหาที่ตั้งขึ้นให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลอง
 - ตั้งสมมติฐาน

3. คำแนะนำก่อนการทดลอง เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับแนวคำตอบของนักเรียน และแนะนำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการทดลอง

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการใช้สถานการณ์กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการใช้แบบฝึกการใช้สถานการณ์กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันแต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

นงนุช มาบุตร (2532 : 7) ได้ศึกษาและสร้างแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล แบ่งการฝึกออกเป็น 2 ช่วง คือ

1. ช่วงอภิปรายก่อนการทดลอง มีโครงสร้างของแบบฝึกดังนี้

1.1 ชื่อแบบฝึก

1.2 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึก

1.3 กิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ มีขั้นตอนดังนี้

1.3.1 ขั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนพิจารณาปัญหา โดยระบุว่าปัญหานั้นทดลองได้หรือทดลองไม่ได้

1.3.2 ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแยกแยะหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา โดยการเชื่อมโยง จับคู่ระหว่างสาเหตุกับปัญหาในขั้นที่ 1.3.1 ที่สอดคล้องกัน

1.3.3 ขั้นสรุปความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เป็นขั้นที่นักเรียนหาปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ในขั้นที่ 1.3.2 มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล โดยให้เขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า...แล้ว....

- 1.3.4 ขั้นวิเคราะห์หาแนวทางไปสู่การทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบแนวคิดเพื่อตัดสินใจเลือกข้อความซึ่งเป็นสมมติฐานของการทดลองแล้วนำไปทดลองในห้องเรียน โดยใช้เกณฑ์จากการกำหนดอุปกรณ์ให้
2. ช่วงอภิปรายหลังการทดลอง มีโครงสร้างของแบบฝึกดังนี้
 - 2.1 ชื่อแบบฝึก
 - 2.2 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึก
 - 2.3 กิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ นักเรียนจะเขียนข้อความตามความคิดเห็นของตนเองในแต่ละขั้นตอนดังนี้
 - 2.3.1 ขั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อระบุปัญหา
 - 2.3.2 ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ เป็นขั้นที่นักเรียนคิดแยกแยะหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาที่ได้ในขั้นที่ 2.3.1
 - 2.3.3 ขั้นสรุปความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหามาเขียนให้สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล โดยเขียนข้อความสั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า...แล้ว...

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนทักษะการตั้งสมมติฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก พบว่า การสร้างแบบฝึกเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกช่วยให้นักเรียนฝึกฝนและพัฒนาด้านการคิดและมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนและได้รับประโยชน์อย่างทั่วถึงทุกคน

งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

หอมฉวี ใจชื่อ (2529 : 59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมศรี เพชรขจร (2531 : 65) ได้ทำการศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กับนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งชีวา สุขดี (2531 : 60) ได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่มีการฝึกออกแบบการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการฝึกออกแบบการทดลอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 70) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยให้กลุ่มทดลองเรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในต่างประเทศ

ชอร์ (Shaw. 1977 : 5227-A) ได้ศึกษาถึงวิธีการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา ในการศึกษาค้นคว้า ชอร์กำหนดให้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะการแก้ปัญหา ได้แบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มทดลอง ใช้วิธีฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 24 สัปดาห์
2. กลุ่มควบคุม ไม่ให้ฝึก

เมื่อครบ 24 สัปดาห์ นำเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษามาใช้ทดสอบผลปรากฏว่า

1. กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการแสดงว่า ทักษะการแก้ปัญหามีสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการเหล่านั้นจะถ่ายทอดไปยังวิชาสังคมศึกษาได้
2. ไม่พบความแตกต่างในความสามารถพื้นฐาน คือ ด้านความรู้
3. กลุ่มทดลองได้คะแนนการจำแนกประเภทสูงในวิชาสังคมศึกษา

รัสเซลล์ (Russell. 1979 : 1386-1387-A) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถด้านการนำไปใช้ และการวิเคราะห์ในวิชาธรณีวิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับการค้นคว้า การแก้ปัญหา การอภิปรายและทำการทดลองตามที่เน้นการนำไปใช้และการวิเคราะห์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครูโดยให้ค้นคว้า อภิปรายและทำการทดลองตามที่ระบุไว้ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ด้านการนำไปใช้และความรู้ความจำและพบว่าคำถามของครูมีผลโดยตรงกับความรู้ด้านการนำไปใช้

เอ็นไอยิจู (Eniayeju. 1983 : 795-801) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนโดยครูสาธิต (Teacher-Demonstration) กับการสอนโดยศึกษาเอกสาร (Self-paced Modes of Teaching Concepts) และทักษะในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีระดับวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างง่าย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก สอนโดยให้นักเรียนศึกษาด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (A Self-paced Instruction Package) กลุ่มที่สอง สอนโดยครู พบว่าการสอนโดยศึกษาด้านชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลต่อมโนคติและ ทักษะในการแก้ปัญหอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนักเรียนส่วนมากชอบบทเรียนด้วยตนเองมากกว่าการสอนโดยครูสาธิต

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่าในการแก้ปัญหา นั้น เห็นกระบวนการคิดและกระทำอย่างมีระบบเป็นขั้นตอน การแก้ปัญหาก็จะบรรลุผลสำเร็จได้ ถ้าได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา คิดแก้ปัญหา ค้นพบหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมคิดตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้ว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากร ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส อำเภอดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 12 ห้องเรียน จำนวน 600 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส อำเภอดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 เนื่องจากจำนวนห้องเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มี 12 ห้องเรียน ทางโรงเรียนได้จัดห้องที่มีผลการเรียนสูง 2 ห้องเรียน ผลการเรียนต่ำ 2 ห้องเรียน และผลการเรียนปานกลาง 8 ห้องเรียน จึงนำนักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง 8 ห้องเรียน มาเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยจับฉลากมา 2 ห้องเรียน แล้วจับฉลากอีกครั้งแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 50 คน

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้ากระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาเรื่อง น้ำเพื่อชีวิต ซึ่งเป็นบทเรียนบทที่ 2 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว.101 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design (ฉ้วน สายยศและ อังคณา สายยศ. 2531 : 216) ซึ่งมีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนของการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T ₁	X	T ₂
CR	T ₁	-	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- R คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- C คือ กลุ่มควบคุม
- E คือ กลุ่มทดลอง
- T₁ คือ การทดสอบก่อนเรียน
- T₂ คือ การทดสอบหลังเรียน
- X คือ การสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต แบ่งเป็น
 - 1.1 แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง
 - 1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
2. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น
2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากคู่มือครู และแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต
3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอนความคิดต่อเนื่อง และความคิดรวบยอดจากเนื้อหาวิชา เรื่องน้ำเพื่อชีวิต
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา
5. สร้างแผนการสอน จำนวน 22 คาบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้
 - 5.1 ความคิดรวบยอด
 - 5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 5.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ทั้ง 2 แบบ ดำเนินการดังนี้

3. ขนอมิปรายหลังการทดลอง

- นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในทวิศประจำวัน

5.4 สื่อการสอน

5.5 การวัดผลและประเมินผล

6. นำแผนการสอนทั้ง 2 แผนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส อำเภอคูสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการดังนี้

7.1 ทดลองสอนกับนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ระยะเวลา การสื่อความหมาย กิจกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น

7.2 ทดลองสอนภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 50 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสมและบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วมาแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึกและการฝึก
2. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลอง
3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เรื่องน้ำเพื่อชีวิต จากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ว.101 และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1

5. สร้างแบบฝึกโดยยึดหลักการสร้างแบบฝึกของบทสั ตามขั้นตอนดังนี้

5.1 เขียนโครงร่างของแบบฝึก

5.2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบฝึก

5.3 กำหนดกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบฝึก

5.4 กำหนดคำถามให้นักเรียนตอบ

5.5 กำหนดการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้แนวทางในการตรวจแนวคำตอบบนแบบฝึก

6. นำแบบฝึกที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาและกิจกรรมในแบบฝึก

7. นำแบบฝึกที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิตมาก่อน โดยดำเนินการดังนี้

7.1 ทดลองรายบุคคล เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลาที่ใช้ พร้อมทั้งจดบันทึกปัญหาดังต่าง ๆ เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการให้ทำในแบบฝึกหรือไม่ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

7.2 ทดลองรายกลุ่ม จำนวน 5 คน บันทึกปัญหา ข้อบกพร่องเพื่อนำผลมาแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง

7.3 ทดลองภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 50 คน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้จริง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิตจากหนังสือและคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์ข้อควรส่วนในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ ศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน

4. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 100 ข้อ

5. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษาเพื่อแก้ไขปรับปรุง

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้มาปรับปรุงด้านภาษา แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราชาธิวาส ที่ได้เรียนเรื่องนี้ไปแล้ว จำนวน 100 คน ที่ไม่ช้กลุ่มตัวอย่าง

7. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

7.1 หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% แล้วเปิดตารางสำเร็จรูป ของ จุฑ์ เคห์ ฟาน (Fan, 1952 : 6-32)

7.2 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

7.3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราชาธิวาส กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 150 คน

เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร $KR - 20$ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.88

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง (2531 : 141 - 155) ซึ่งสร้างขึ้นตามขั้นตอนของเวียร์ จำนวน 40 ข้อ

2. ลักษณะแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะกำหนดสถานการณ์ แล้วสร้างคำถามเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นในการตั้งปัญหา
2. ขั้นในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา
3. ขั้นกำหนดวิธีเพื่อแก้ปัญหา
4. ขั้นวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น

3. แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

4. การตรวจให้คะแนน ให้คะแนนขั้นตอนละ 1 คะแนน หรือข้อละ 1 คะแนน สำหรับคำตอบที่ถูกต้อง คำตอบที่ผิดให้ 0 คะแนน

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง ทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส จำนวน 150 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้ สูตร $KR - 20$ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2531 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.65

ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำสั่ง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในสถานการณ์นั้น จะมีคำถามให้นักเรียนตอบ 4 ข้อ โดยแต่ละข้อให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

สถานการณ์ บ้านของชูใจ ตั้งอยู่ริมฝั่งคูน้ำซึ่งชาวบ้านชอบทิ้งขยะและปล่อยน้ำเสีย
ตกลงในคูน้ำ ชูใจจึงสังเกตเห็นว่า หลังจากสังกะสีที่บ้านของเขาและชาวบ้านแถวนี้สกปรก
โดยเฉพาะคันที่ติดกับคูน้ำ

1. จากสถานการณ์ปัญหาคืออะไร
 - ก. ประชากรขาดระเบียบวินัย
 - ข. สังกะสีสกปรก
 - ค. น้ำในคูเน่าเหม็น
 - ง. บ้านแถวนี้สกปรก
2. สาเหตุของปัญหาคืออะไร
 - ก. มีประชากรมากเกินไป
 - ข. ประชากรยากจน
 - ค. น้ำระบายไม่ทันทำให้เกิดสภาวะพิษ
 - ง. ขยะเน่าแล้วทำให้เกิดไอน้ำเป็นกรด
3. นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไรโดยยึดหลักประหยัดที่สุด
 - ก. เปลี่ยนสังกะสีเป็นกระเบื้อง
 - ข. กระจายประชากรไปอยู่ที่อื่น
 - ค. ทำท่อระบายน้ำให้มากขึ้นและห้ามทิ้งขยะและน้ำเสีย
 - ง. ช่วยขุดลอกคูและเลิกทิ้งขยะและน้ำเสีย
4. ผลจากที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาคือเป็นอย่างไร
 - ก. ทุกบ้านมุ่งหลังคาด้วยกระเบื้อง
 - ข. ประชากรเหลือน้อยลง
 - ค. น้ำไม่ท่วมอีกต่อไป
 - ง. คูน้ำสะอาดปราศจากสภาวะพิษ

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน
3. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
4. ทำการทดลองโดยผู้วิจัยสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นในเนื้อหาเดียวกันระยะเวลาในการสอนเท่ากัน
 - 4.1 กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองเป็นรายบุคคล
 - 4.2 กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู
5. เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการทดสอบหลังการเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
6. ตรวจผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีหาค่าทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - \text{test Independent}$ ในรูป $\text{Difference} - \text{Score}$
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการสอนกับก่อนการสอน โดยใช้ $t - \text{test Dependent}$

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (S^2)

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27% ของ จุง เต๋ ฟาน (Fan, 1952 : 6 - 32)

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร KR - 20 (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2531 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

$$= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - P$

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1, 2 เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t - test Independent ในรูป Difference - Score (Scott. 1962 : 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$\text{และ } S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t - distribution

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน
กับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน
กับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน
ของกลุ่มทดลอง

D_2 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน
ของกลุ่มควบคุม

S_D แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการ
เรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

3.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3, 4 เพื่อหาพัฒนาการของความสามารถในการแก้
ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ภายในกลุ่มทดลอง และภายในกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติ แบบ
t - test Dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 87)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - distribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
S	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดลอง
$MD_1 - MD_2$		หลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและ
		กลุ่มควบคุม
D	แทน	ความแตกต่างของคะแนน
กลุ่มทดลอง	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและ
		ออกแบบการทดลอง
กลุ่มควบคุม	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test ในรูป Difference - Score ได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S $MD_1 - MD_2$	t
กลุ่มทดลอง	50	18.4	27.76	9.36	1.10	.527
กลุ่มควบคุม	50	18.1	26.44	8.34		

$$t (.05, 98) = 1.980$$

จากตาราง 2 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test ในรูป Difference - Score ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S $MD_1 - MD_2$	t
กลุ่มทดลอง	50	20.28	26.78	6.5	.94	3.29**
กลุ่มควบคุม	50	20.18	23.58	3.4		

$$t (.01, 98) = 2.617$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 แสดงว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2

3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มทดลอง	50	325	3427	8.96**

$$t (.01, 49) = 2.390$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3

4. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\sum D$	$\sum D^2$	t
กลุ่มทดลอง	50	170	1552	5.39**

$$t (.01, 49) = 2.390$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 4

สรุป ยกิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้านี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู สรุปผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส อำเภอคลองสาน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 50 คนกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ใช้สำหรับกลุ่มทดลอง

2.2 แผนการสอนตามแนวหนังสือคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ใช้สำหรับกลุ่มควบคุม

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง ซึ่งสร้างขึ้นตามขั้นตอนของเวียร์ และได้นำมาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.65

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.88

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลากมา 2 ห้องเรียน จากจำนวนทั้งหมด 8 ห้องเรียน แล้วจับฉลากอีกครั้งแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มละ 50 คน

3.2 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.3 คาบในการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกันระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือใช้เวลากลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที

3.3.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

3.3.2 กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู

3.4 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนตามกำหนด จึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.5 ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1, 2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference-Score
2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3, 4 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Dependent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูได้ผลการวิจัย และอภิปรายผลดังต่อไปนี้

สมมติฐานข้อ 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่น่าจะจริง เป็น เพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก กิจกรรมที่จัดให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม เป็นกิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งนักเรียนต้องใช้กระบวนการคิดและหาวิธีแก้ปัญหาค้นหาตัวเอง แม้วิธีสอนในชั้นอภิปรายก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มจะมีขั้นตอนในการทำกิจกรรมและวิธีดำเนินการเพื่อนำนักเรียนฝึกคิดตั้งปัญหา หาสาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและออกแบบการทดลองที่แตกต่างกันไปก็ตาม กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มทดลองได้ฝึกคิดและปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นในแบบฝึกและร่วมอภิปรายกับครูหลังจากปฏิบัติกิจกรรมแล้ว ส่วนกลุ่มควบคุมได้ฝึกคิดและ

ปฏิบัติการกิจกรรมโดยการอภิปรายร่วมกับครู แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มต่างก็ตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐานที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การทดลองเช่นเดียวกัน ซึ่ง อานวย รุ่งวัศม์ (2525 : 145) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดปัญหา หรือเกิดความต้องการที่จะแสวงหาความรู้นั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การอภิปรายซักถาม การใช้รูปภาพ สไลด์ เป็นต้น และเนื่องจากธรรมชาติของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็น อยากรู้อยากเห็น อยากรู้อยากคิดค้นในสิ่งต่าง ๆ เป็นแรงผลักดันภายในอยู่แล้ว ดังนั้นวิธีสอนที่ให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง โดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง กับ การสอนตามคู่มือครูจึงต่างก็เป็นวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดค้นหาคำตอบในข้ออภิปรายก่อนการทดลองและขั้นตอนทดลองที่เหมือนกันซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่เดียวกันก็จะเกิดความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียน ซึ่งคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 58) กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้านักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ก็จะตามมาด้วย ดังนั้นจะเห็นว่านักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต่างก็ได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในข้ออภิปรายก่อนการทดลอง และขั้นตอนทดลองที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 26) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและจากงานวิจัยของ นงนุช มาบุตร (2532 : 87) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประการที่สี่ กิจกรรมที่จัดให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มในข้ออภิปรายหลังการทดลอง เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ตอบคำถามเกี่ยวกับ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง

ทั้งสองกลุ่มต่างก็ได้รับการสอนที่พัฒนาทั้งความรู้และวิธีแสวงหาความรู้ที่ใกล้เคียงกัน ทำให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มเกิดพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นำมาวัด จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม (คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากับ 27.76 และ 26.44 ตามลำดับ) ซึ่งอาจเป็นเพราะในการเรียนการสอนทุกครั้ง นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการฝึกตามแบบฝึกเป็นรายบุคคล ด้วยตนเองทุกครั้ง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสูงกว่ากลุ่มควบคุม แม้จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองอยู่ในวัยเดียวกันต่างก็มีความต้องการที่จะเป็นที่ยอมรับและต้องการได้รับการยกย่อง จึงมีความรับผิดชอบในการเรียน ประกอบกับการเรียนในภาคนี้ เป็นภาคแรกของปีการศึกษาที่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมาอยู่ในสภาพแวดล้อมใหม่จึงพยายามปรับตัวและมีความกระตือรือร้นในการเรียนทั้งสองกลุ่ม จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2531 : 71) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากเหตุผลดังกล่าวมาแล้ว จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองนักเรียนได้เรียนรู้แนวทางแก้ปัญหาไปด้วย เพราะภายในแบบฝึกมีขั้นตอนให้นักเรียนฝึก

ด้วยตนเองจากแบบฝึกหัดในข้ออภิปรายก่อนการทดลอง โดยฝึกให้ระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา
 ตั้งสมมติฐานระบุตัวแปรต้นซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหา ตัวแปรตามซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นของปัญหาและ
 การตรวจสอบสมมติฐานว่าเป็นไปตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการ
 แก้ปัญหานั้นเองและนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการฝึกให้ค้นพบปัญหาได้ด้วยตนเอง เพราะนักเรียน
 ได้ปฏิบัติจริงทั้งหมดซึ่งการค้นพบปัญหาค้นพบด้วยตนเองต้องใช้ความสามารถและความคิดสร้างสรรค์ที่สูง
 ดังนั้นเมื่อนักเรียนสามารถตั้งปัญหาด้วยตนเองได้แล้วจึงเป็นผลทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหา
 สูงขึ้นด้วย นอกจากนี้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการในสถานการณ์ที่จัดไว้ซึ่งมีทั้งข้อความและรูปภาพ
 เป็นการดึงดูดและเร้าความสนใจ จึงทำให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น และได้รับการสอนอย่าง
 ต่อเนื่องและสม่ำเสมอตลอดระยะเวลา รวม 22 คาบ แต่ครั้งนี้นักเรียนได้พบกับสถานการณ์ใหม่ ๆ
 ที่ไม่ซ้ำกันและมีวิธีแก้ปัญหาลักษณะที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนแก้ปัญหา
 ได้และค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากที่ได้ระบุปัญหา
 ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองเสร็จทำให้นักเรียนได้ทราบข้อบกพร่องของตนในการค้นพบ
 ปัญหา ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง เพื่อกำหนดแนวทางแก้ปัญหาของตนเองทำให้สามารถ
 แก้ไขและปรับปรุงสิ่งที่ตนบกพร่องได้อย่างรวดเร็ว เป็นการสร้างความพอใจและเสริมแรงให้แก่
 ผู้เรียน เป็นผลให้การเรียนรู้ของนักเรียนตรงตามเป้าประสงค์มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการ
 เรียนรู้ของธอร์นไดค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ซึ่งกล่าวว่าสิ่งใดก็ตามที่มี
 การฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องและสามารถทำได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก
 ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน
 โดยใช้แบบฝึกหัดการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศรี เพชรขจร (2531 : 37) ที่พบว่า
 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกหัดการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับ
 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
 ระดับ .05

จากเหตุผลดังกล่าวมาแล้ว จึงทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อ 3, 4 พัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3, 4 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการระบุปัญหาหาสาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและออกแบบการทดลอง โดยนักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอนในแบบฝึกโดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและเขียน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการฝึกระบุปัญหา หาสาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและออกแบบการทดลอง โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับครู เพื่อช่วยกันสรุปและฝึกคิดหาความรู้ไปใช้ จะเห็นได้ว่านักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองต่างก็ได้รับการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คล้ายกัน ดังที่ มังกร ทองสุคติ (2522 : 4) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่สามารถฝึกได้ได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีช่วงอายุระหว่าง 11 - 15 ปี ซึ่งตามทฤษฎีของเพียเจต์กล่าวไว้ว่าเด็กในวัยนี้จะมีพัฒนาการทางด้านความรู้ความเข้าใจถึงระดับสูงสุดและมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ ดังนั้นนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง ที่ได้ฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งชิวา สุคติ (2531 : 60) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองและนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการฝึกออกแบบการทดลองนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน

จากเหตุผลดังกล่าวมาแล้ว จึงทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ก่อนทำการวิจัยโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ครูควรสอนโดยให้นักเรียนฝึกหัดปัญหา ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองในเนื้อหาอื่นก่อน เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนการสอน

1.2 การฝึกให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง ครูควรพยายามให้นักเรียนได้ฝึกด้วยตนเองก่อนลงมือปฏิบัติจริงและให้นักเรียนปฏิบัติตามที่ได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยคำนึงถึงความสามารถของนักเรียน อุปกรณ์ เวลา เนื้อหา และความปลอดภัย

1.3 การใช้ภาษาในสถานการณ์ ควรเลือกใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ซึ่งเมื่อนักเรียนอ่านแล้วสามารถตีความหมายได้ตรงกัน ถ้าใช้ภาษาที่คลุมเครือและมีสำนวนสูงเกินความสามารถในการวิเคราะห์ความหมายของนักเรียนแล้ว อาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในสถานการณ์นั้น ๆ

1.4 แบบฝึกที่สร้างขึ้นควรเป็นแบบเขียนตอบสลับกับแบบเลือกตอบ

1.5 รูปภาพ ประกอบสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรให้สอดคล้องกับสถานการณ์และให้เหมือนจริง หรือให้ภาพการค้นที่นักเรียนวัยสนใจ

1.6 การฝึกให้นักเรียนใช้แบบฝึก ควรมีข้อมูลย้อนกลับให้แก่นักเรียนในลักษณะที่เป็นเหตุผลชี้แนะข้อบกพร่องหรือแนวทางหลังจากที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกแต่ละขั้นตอนแล้ว

1.7 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้สูงขึ้นในตัวผู้เรียนได้ โดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ดังนั้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครู-อาจารย์ ควรให้ความสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาผลการฝึกตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองในกลุ่มนักเรียน
จำแนกตามระดับความสามารถ

2.2 ควรมีการศึกษาผลการฝึกตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีการ
หรือนวัตกรรมอื่น ๆ เช่น การเสนอปัญหาในรูปของการ์ตูนเรื่องราว การให้ศึกษาสถานการณ์จริง
หรือสถานการณ์จำลอง การใช้ตัวโอเพอ

2.3 ควรศึกษาผลการฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับตัวแปรอื่น ๆ
เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดอย่างมีเหตุผล ทั้งนี้เพราะการฝึกตั้งสมมติฐานและออกแบบการ
ทดลองจะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันจะส่งผลให้เกิดตัวแปรต่าง ๆ ดังกล่าว
มาแล้ว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์, จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : มกุฏราชวิทยาลัย, 2523.

ก่อศักดิ์ ศรีน้อย. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ. ปรินซ์ตันพาร์ค กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

กิ่งฟ้า สีนวัญ และคนอื่น ๆ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.

กิตติ กล่อมเกลี้ยง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาวาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีการใช้
สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน กับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนด
ปัญหาและตั้งสมมติฐาน. ปรินซ์ตันพาร์ค กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาวางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาร่วมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและ
แก้ปัญหาคือรายบุคคล. ปรินซ์ตันพาร์ค กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

เกียรติชัย ปิยะวงศ์สมบูรณ์. การสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตร
ศาสตร์, 2524. อัดสำเนา.

ฉวีวรรณ กิณวงศ์. เอกสารประกอบคำบรรยายวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา.
พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2527.

ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2516.

ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อุดสาเนา.

ชาญชัย ลวิตรังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์. การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523.

✓ ชาติ เพชรชื่น. "การสอนและการสอบเพื่อการคิดเป็น," การวัดผลการศึกษา. 17 : 11 - 18 ; กันยายน - ธันวาคม, 2527.

○ อังชัย ชิวปรีชา. "การใช้คำถามในห้องเรียน," ข่าว สสวท. 6(3) : 60 - 67 ; เมษายน, 2521.

นงนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อุดสาเนา.

น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์. การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อุดสาเนา.

นิตา สะเพียรชัย. "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อปวงชน," 12 ปี ของพัฒนาการด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์, 2527.

นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถาม ของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อุดสาเนา.

- นิตยา ฤทธิ์โยธี. "การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ." เอกสารเผยแพร่วิธีทางการสอนภาษาไทย. กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา, 2520.
- ประวิตร ชุติลป. "หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่." เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524.
- ประสาธ อิศรปริดา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ : กราฟิการ์, 2523.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการตั้งสมมติฐานและพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อุดรธานี.
- พกา มาศ วรานุสันติกุล. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามการประเมินผลของครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อุดรธานี.
- พยอม ดันณิ. การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตัวเราเรียนวิชาจิตวิทยาในรูปแบบเชิงป้องกันกับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป. ปริญญาโท กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อุดรธานี.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. สำนักทดสอบและประเมินผล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525. อุดรธานี.
- มั่งกร ทองสุคติ. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย, 2522.
- เยาวพา เดชะคุปต์. ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์สำหรับสอนในระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516. อุดรธานี.

รุ่งชิวา สุขติ. การศึกษาผลการฝึกอบรมการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ศึกษาปีที่ 6. ปริญญาโท คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ล้วน สายยศ และอังศณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร,
 2531.

วรรณท พ่วงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
 วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

วราภรณ์ ชัยโอกาส. การพัฒนาสมรรถภาพการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา.
 มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2521.

วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

วิระยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ :
 อำนวยการพิมพ์, 2521.

วัลภา จิระวงศ์. การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะ
หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานครและ
เขตการศึกษา 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
 2528. อัดสำเนา.

ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่องวลีในภาษาไทยสำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
การศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518.
 อัดสำเนา.

ศุภชัย จรัสสุริยา. การศึกษาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นจริงและที่คาดหวังของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดโรงเรียนรัฐบาล เขตการศึกษา 10 ปีการศึกษา 2527. ปริญญาโท กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2529. อุดสาเนา.

๕ ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารการอบรมครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : สสวท., 2519. อุดสาเนา.

----- เอกสารอ่านประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การประเมินผล. กรุงเทพฯ : สสวท., 2519. อุดสาเนา.

----- คู่มือครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ : ครูสภา, 2521.

----- แบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ครูสภา, 2521.

๔ สมจิต สวอนไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.

----- การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

----- สมรรถภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

สมชัย โกมล และคนอื่น ๆ. การสร้างชุดการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2525.

สมศรี เพชรขจร. การศึกษาค้นคว้าใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียน ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อุดสาเนา.

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทัมพรย์. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522.

สุเทพ อู่สาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2526.

สวัสด์ก นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

-----, ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1 - 2.

กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์, 2531.

หอมนวล ใจซื่อ. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน. ปริญญาโท ศึกษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อุดสาเนา.

อารายา แสงไชย. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยการจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง. ปริญญาโท ศึกษ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อุดสาเนา.

อำนวย รุ่งรัศมี. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.

อำนวย เลิศขันธ์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา. ปริญญาโท ศึกษ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อุดสาเนา.

Allen, Verman L. and other. "Research on Children Tutoring Children : A Critical Review," Review of Education Research. 46 : 355-380 ; Summer, 1976.

American Association for the Advancement of Science. Science a Process Approach Commentary for Teacher. Washington D.C., AAAS, 1970.

Atkin, Myron J. "A study of Formulating and Suggesting Tests for Hypothesis in Elementary School Science Learning Experience," Science Education. 42, 1958.

Australian Science Education Project. "Inquiry Approach in a Guide to ASEP," Australian Science Education Project. 1974.

Bruner, J.S. and G.A. Austin. A Study of Thinking. New York, John Wildy and Sons Inc., 1966.

X Butts, David. The Teaching of Science a Self Directed Planning Guide. New York : Harper & Row Publisher, 1974. 396.41 W8 Q48B

Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 (7) : 4164-A ; January, 1976.

Edward J Kormondy and Bernice E. Essential Biology. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1984.

Eggen, Paul D. and others. Strategies for Teachers. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall, Inc., 1979.

X Eniayeju, Paul A. "The Comparative Effects of Teacher - Demonstration and Self-Paced Instruction on Concept Acquisition and Problem - Solving Skills of College Level Chemistry Student," Journal of Research in Science Teaching. 20 (8) : 795 - 801 ; November, 1983.

Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey : Educational Services, 1952.

Fischer, Robert B. Science Man and Society. 2nd ed, Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1975.

1) 3.9 Q17.2

- Gibbs, Ronald K. "An Analysis of the Effectiveness of Biological Science Curriculum Study Single Topic Films in Teaching Hypothesis Construction to High School Biology Students," Indiana University : Dissertation Abstracts. 28 ; 3051, 1968.
- Guilford, J.P. The Analysis of Intelligence. McGraw-Hill. Book Company, 1971.
- The Nature of Human Intelligence. McGraw-Hill, Book Company, 1967.
- X Good, Carter V. Dictionary of Education. New York : McGraw - Hill Book Company, 1959. 370, 480 to 646
- Dictionary of Education. Edited by Good, Carter, V. New York : McGraw - Hill Company, 1973.
- John H. Woodburn and Ellsworth S. Onour. Teaching the Pursuit of Science. The Macmillan Company, New York, 1965.
- Morgan, Clifford T. "Thinking and Problem Solving," A Brief Introduction to Psychology. 2nd ed., New Delhi : Tata McGraw - Hill Co., 1978.
- Olarinoye, R.D. "A comparative Study of Effectiveness of Three Methods of Teaching a Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 (8): 484-A ; February, 1978.
- Okey, James P. Science Process Skills Laboratory for Education Development (Experimental). Indiana University, Bloomington, 1971.
- Quinn, Marry Ellen and Kenneth D. George. "Teaching Hypothesis Formulation," Science Education. 59 (3) : 189 -296, 1975.
- River, Willga M. Teaching Foreign Language Skills. The University of Chicaco Press, 1970.
- Russell, John Michael. "The Effect of Problem Solving on Junior High School Students Ability to Apply and Analysis Earth Science Subject Matter," Dissertation Abstracts International. 40(3) : 1386 - 1378-A; September, 1979.
- Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4th. ed. New York : John Wiley and Son, Inc., 1962.

- Shaw, Terry J. "The Effect of Problem Solving Training in Science Upon Utilisation of Problem Solving Skills in Science and Social Studies." Dissertation Abstracts International. 38 (9A) : 5227-A ; March, 1977.
- Stollburg, R.J. "Problem Solving, The Process Games in Science Teaching," Science Teacher. 23 : 225 - 228 ; September, 1956.
- Suchman, J. Richard. The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry ; June, 1962.
- Sund, Robert B. and Leseie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in Secondary School. Ohio : Charles E. Merrill Publishing Co., 1976.
- Trojcek, Doris A. Science with Children. New York : McGraw - Hill, Inc., 1979.
- Weir, John Joseph. "Problem Solving in Everybody's Problem," Science Teacher. 41 : 16 -18 ; April, 1974.
- Widden, Morvin Frank. "A Project Evaluation of Science A Process Approach," Dissertation Abstracts International. 32 (7) : 3583-A; January, 1973.
- Youngs, Richard C. "The Nurture of Independence and Learning Development, Final Report," Research in Educational. 5 (2) : 53 ; February, 1970.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 6 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อนำเพื่อชีวิต

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.61	.28	11.9	26	.44	.51	13.6
2	.50	.48	13.0	27	.60	.39	12.0
3	.64	.32	11.6	28	.33	.53	14.8
4	.50	.40	13.0	29	.50	.34	13.0
5	.40	.39	14.0	30	.42	.42	13.8
6	.58	.49	12.0	31	.38	.50	14.3
7	.43	.59	13.7	32	.38	.50	14.3
8	.46	.62	13.4	33	.46	.62	13.4
9	.40	.53	14.0	34	.38	.43	14.3
10	.36	.47	14.5	35	.60	.39	12.0
11	.43	.59	13.7	36	.48	.59	13.2
12	.41	.56	13.9	37	.54	.41	12.6
13	.42	.48	13.8	38	.49	.54	13.1
14	.62	.61	11.8	39	.40	.39	14.0
15	.67	.32	11.2	40	.60	.53	12.0
16	.38	.50	14.3	41	.34	.65	14.7
17	.70	.38	10.9	42	.50	.48	13.0
18	.46	.55	13.4	43	.42	.49	13.8
19	.54	.62	12.6	44	.40	.47	14.1
20	.62	.36	11.8	45	.50	.55	13.0
21	.33	.53	14.8	46	.60	.53	12.0
22	.48	.44	13.2	47	.32	.51	14.9
23	.36	.47	14.5	48	.34	.35	14.6
24	.48	.52	13.2	49	.40	.39	14.0
25	.44	.76	13.6	50	.44	.38	13.6

ตาราง 7 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรียงนำเพื่อชีวิต

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.87	.13	.11	26	.72	.28	.20
2	.76	.24	.18	27	.83	.17	.14
3	.24	.76	.18	28	.54	.46	.25
4	.78	.22	.17	29	.59	.41	.24
5	.37	.63	.23	30	.59	.41	.24
6	.59	.41	.24	31	.58	.42	.24
7	.53	.47	.25	32	.65	.35	.23
8	.48	.52	.25	33	.45	.55	.25
9	.48	.52	.25	34	.65	.35	.23
10	.25	.75	.19	35	.65	.35	.23
11	.37	.63	.23	36	.69	.31	.21
12	.37	.63	.23	37	.61	.39	.24
13	.73	.27	.19	38	.75	.25	.19
14	.11	.89	.10	39	.47	.53	.25
15	.77	.23	.18	40	.61	.39	.24
16	.39	.61	.24	41	.55	.45	.25
17	.75	.25	.19	42	.22	.78	.17
18	.69	.31	.21	43	.41	.59	.24
19	.59	.41	.24	44	.23	.77	.18
20	.67	.33	.22	45	.73	.27	.20
21	.46	.54	.25	46	.71	.29	.21
22	.39	.61	.24	47	.47	.53	.25
23	.43	.57	.25	48	.42	.58	.24
24	.51	.49	.25	49	.34	.66	.22
25	.62	.38	.24	50	.55	.45	.25

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์วาร์คลัน

$$\sum pq = 10.9$$

$$\sum x = 4,084$$

$$\sum x^2 = 122,645$$

จากสูตร
$$S_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

แทนค่า
$$= \frac{150 \times (122645) - (4084)^2}{150(150 - 1)}$$

$$= \frac{18396750 - 16679056}{22350}$$

$$= \frac{1717694}{22350} = 76.854$$

จากสูตร
$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

แทนค่า
$$= \frac{50}{50-1} \left[1 - \frac{10.9}{76.854} \right]$$

$$= 1.02 (1 - .142)$$

$$= 1.02 \times .858$$

แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น $= 0.88$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$\sum pq = 8.36$$

$$\sum x = 2,970$$

$$\sum x^2 = 62,238$$

จากสูตร
$$S_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

แทนค่า
$$= \frac{150 \times 62238 - (2970)^2}{150(150-1)}$$

$$= \frac{9335700 - 8820900}{22350}$$

$$= \frac{514800}{22350} = 23.03$$

จากสูตร
$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t} \right]$$

แทนค่า
$$= \frac{40}{40-1} \left[1 - \frac{8.36}{23.03} \right]$$

$$= 1.02 (1 - .363)$$

$$= 1.02 \times .637$$

แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น = 0.65

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ตัวอย่างแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

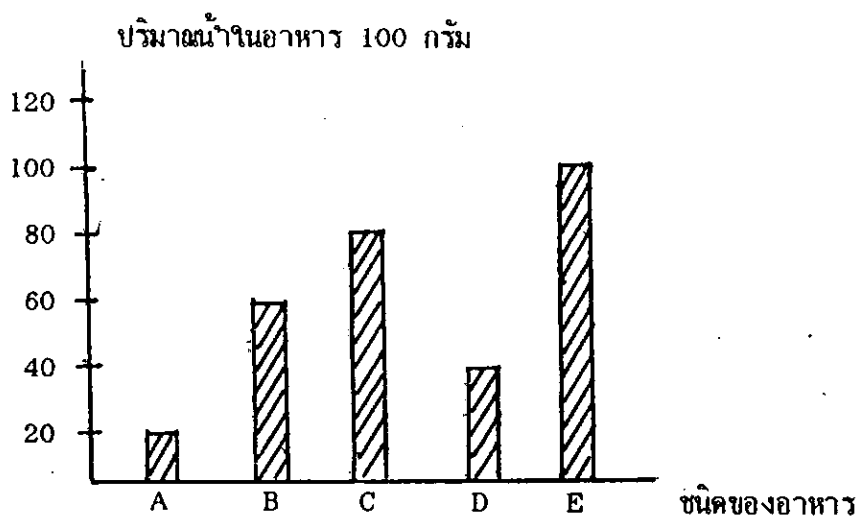
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และเลขที่ในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X บนตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว
ลงในกระดาษคำตอบ
3. ข้อสอบฉบับนี้ทั้งหมด 50 ข้อ ใช้เวลาทำ 50 นาที
4. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับ
กรรมการควบคุมการสอบ

1. น้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตยกเว้นข้อใด
 - ก. ละเลียงอาหารและสิ่งต่าง ๆ ไปทั่วร่างกาย
 - ข. ขับออกมาเป็นเหงื่อเพื่อปรับอุณหภูมิของร่างกาย
 - ค. ป้องกันเชื้อโรคต่าง ๆ ที่จะเข้าสู่ร่างกาย
 - ง. ช่วยในการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย
 - จ. เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณากราฟต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 2



2. อาหาร C 100 กรัม มีน้ำอยู่ปริมาณเท่าใด
 - ก. 25 กรัม
 - ข. 40 กรัม
 - ค. 60 กรัม
 - ง. 65 กรัม
 - จ. 80 กรัม
3. การทรุดตัวของระดับพื้นดินของกรุงเทพมหานครเกิดจากสาเหตุอะไร
 - ก. การสูบน้ำบาดาลมาใช้มากเกินไป
 - ข. พื้นดินที่อยู่ลึก ๆ ลงไปถูกน้ำเซาะและพัดพาลงสู่ทะเล
 - ค. มีการสร้างถนนมาก
 - ง. โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยสารเคมีลงสู่ใต้ดินทำให้ดินเหนียวใต้ดินถูกทำลายไป
 - จ. มีการขุดท่อระบายน้ำมาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตารางต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 4

ตารางแสดงการทรุดตัวของตำบล ก ข และ ค จากระดับที่เริ่มศึกษาในช่วงเวลา 6 เดือน

ตำบล \ เดือน	ระยะที่ทรุดตัวจากระดับที่เริ่มศึกษา				
	1	2	3	4	5
ก	0.2	0.5	1.2	2.2	2.3
ข	0.3	0.6	1.3	2.4	2.5
ค	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2

4. จากข้อมูลในตารางสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. ในเดือนต่อไปดินในตำบล ค จะทรุดต่อไปอีก
- ข. การทรุดตัวของดินในตำบล ค น้อยกว่าการทรุดตัวของดินในตำบล ก และ ข
- ค. การทรุดตัวของดินในตำบล ก และ ข ควรจะทรุดตัวลงอีกประมาณ 1 เซนติเมตร
- ง. ปริมาณน้ำในดินตำบล ค มีน้อยกว่าปริมาณน้ำในดินตำบล ก และ ข มาก
- จ. ปริมาณน้ำในดินตำบล ข มีมากกว่าปริมาณน้ำในดินตำบล ค

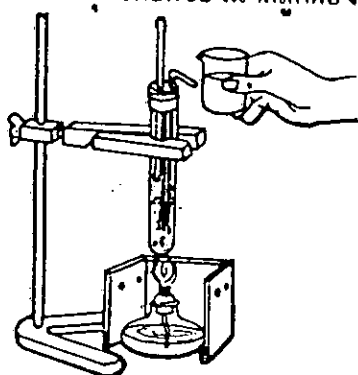
5. เราจะมีวิถีการปฏิบัติเช่นไรเกี่ยวกับการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์

- ก. ขุดครั้งละหลาย ๆ แห่ง เพื่อสะดวกในการนำน้ำมาใช้
- ข. คำนึงถึงผลประโยชน์ที่จะได้รับการลงทุนเพื่อขุดบ่อเป็นสำคัญ
- ค. ใช้น้ำอย่างประหยัดเพื่อรักษาแหล่งน้ำไว้ให้นาน ๆ
- ง. เลือกทำเลที่ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกลงไปเพื่อหลีกเลี่ยงการเจือปนของเชื้อโรค
- จ. นำน้ำบ่อมาใช้น้ำในปริมาณที่พอควรเพื่อป้องกันผลกระทบข้างเคียง

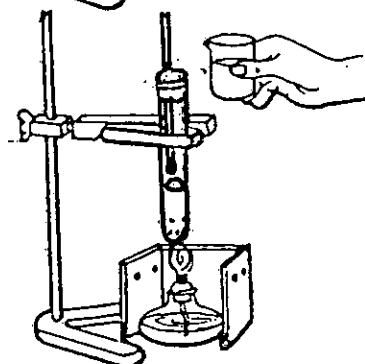
6. ข้อใดไม่ใช่แหล่งน้ำผิวดิน
 - ก. บ่อน้ำ
 - ข. ทะเล
 - ค. ลำคลอง
 - ง. น้ำตก
 - จ. แม่น้ำและทะเลสาบ
7. ตัวการที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนคือข้อใด
 - ก. คน
 - ข. สัตว์
 - ค. อากาศ
 - ง. ดวงอาทิตย์
 - จ. ดาวอังคาร
8. จุดใดของน้ำที่อุณหภูมิเท่ากัน
 - ก. จุดหลอมเหลว - จุดเดือด
 - ข. จุดหลอมเหลว - จุดเยือกแข็ง
 - ค. จุดหลอมเหลว - จุดน้ำค้าง
 - ง. จุดเยือกแข็ง - จุดเดือด
 - จ. จุดเยือกแข็ง - จุดน้ำค้าง
9. ข้อใดเป็นความหมายของความร้อนแฝง
 - ก. ความร้อนที่แฝงอยู่ในของเหลว
 - ข. ความร้อนที่ทำให้น้ำกลายเป็นไอรวดขึ้น
 - ค. ความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของของเหลวสูงขึ้น
 - ง. ความร้อนที่ทำให้ของเหลวเคลื่อนที่
 - จ. ความร้อนที่ของเหลวใช้ในการเปลี่ยนสถานะ

10. ภาพใดแสดงการหาจุดเดือดของน้ำที่ถูกต้อง

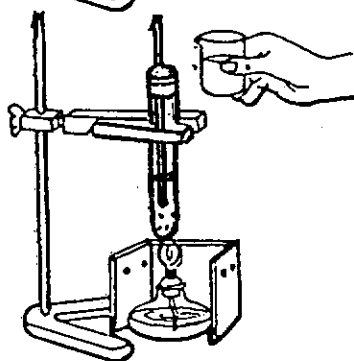
ก.



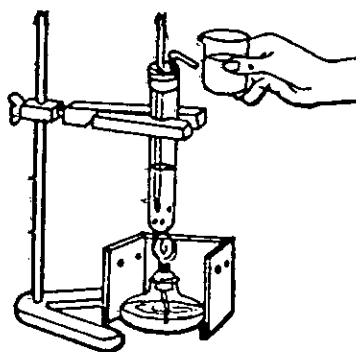
ข.



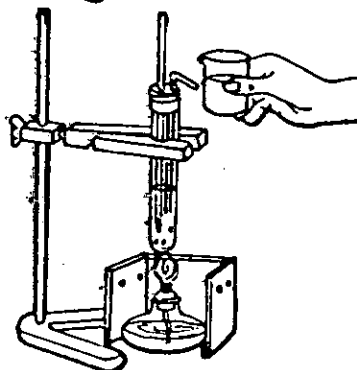
ค.



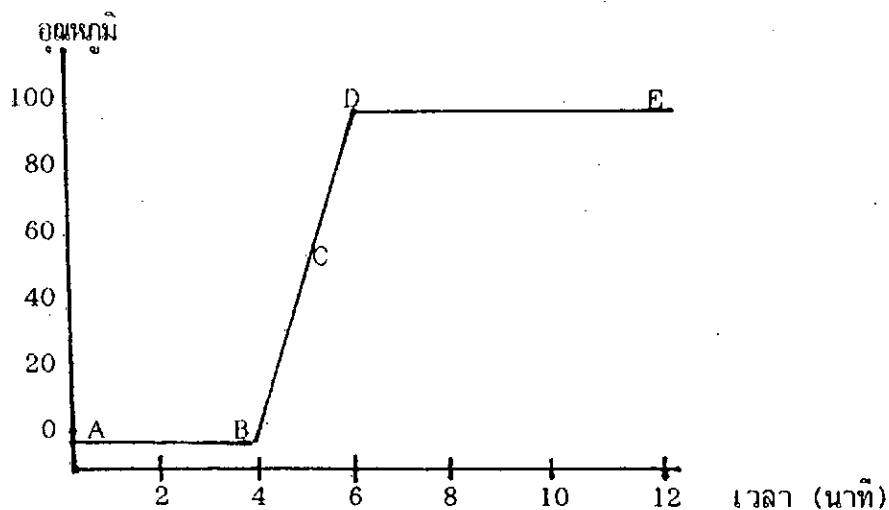
ง.



จ.



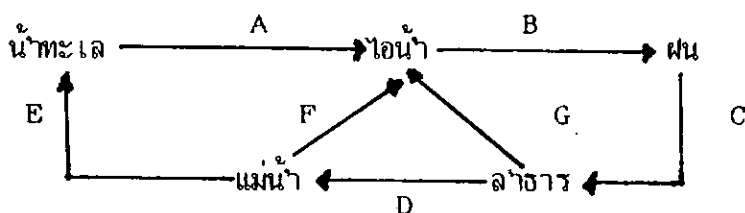
คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณากราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำแล้วตอบคำถามข้อ 11



11. กราฟช่วงใดที่มิการใช้ความร้อนแฝง

- ก. BC และ CD
- ข. AB และ DE
- ค. BC และ DE
- ง. AB และ BC
- จ. BD และ DE

คำชี้แจง จากภาพใช้ตอบคำถาม 12 - 13



12. การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนใดที่ไม่มีการเปลี่ยนสถานะ

- ก. A และ B
- ข. B และ E
- ค. C และ D
- ง. C และ F
- จ. D และ F

13. การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนใดเป็นการเปลี่ยนแปลงจากสถานะของเหลวเป็นก๊าซ

ก. A และ D

ข. B และ E

ค. C และ D

ง. F และ G

จ. F และ E

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 14 - 15

นักเรียนคนหนึ่งได้ทำการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. หยคน้ำหมายเลข 1, 2, 3, และ 4 ลงในจานหลุมโลหะประมาณ 4 หยด เขียน

หมายเลขไว้ที่จานหลุม

2. นำจานหลุมไปตั้งไฟจนแห้ง สังเกตว่ามีสิ่งใดติดค้างอยู่หรือไม่

14. การทดลองดังกล่าวควรใช้ตรวจสอบสมมติฐานในข้อใด

ก. น้ำต่างชนิดกันเมื่อเผาจนแห้งจะได้ผลต่างกัน

ข. น้ำต่างชนิดกันจะใช้เวลาเผาจนแห้งต่างกัน

ค. อุณหภูมิผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำ

ง. ความแตกต่างของน้ำขึ้นอยู่กับสารเจือปน

จ. น้ำที่มีการเจือปนของสารเมื่อเผาจนแห้งจะสังเกตเห็นสารตกค้างอยู่

15. อุปกรณ์ชนิดใดที่ไม่จำเป็นต้องใช้ในการทดลองนี้

ก. บีกเกอร์

ข. หลอดหยด

ค. จานหลุมโลหะ

ง. ตะเกียงแอลกอฮอล์

จ. เทอร์โมมิเตอร์

16. น้ำกระด้างถาวรไม่มีสิ่งใดเจือปนอยู่

- ก. แคลเซียมซัลเฟต
- ข. แมกเนเซียมซัลเฟต
- ค. แคลเซียมคลอไรด์
- ง. แมกเนเซียมคลอไรด์
- จ. แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ตารางต่อไปนี้ ตอบคำถาม ข้อ 17

ตารางบันทึกผลแสดงลักษณะการเกิดฟองของน้ำชนิดต่าง ๆ กับน้ำสบู่

หลอดที่	สารในหลอด	เมื่อเติมน้ำสบู่	ความสูงของฟองสบู่ (cm)
1	น้ำกลั่น	เกิดฟองง่าย	2.4
2	น้ำประปา	เกิดฟองง่าย	2.1
3	น้ำกลั่นและแคลเซียมคลอไรด์	เกิดฟองยาก	0.4
4	น้ำกลั่นและแมกเนเซียมคลอไรด์	เกิดฟองยาก	0.4

17. หลอดที่บรรจุน้ำอ่อนคือหลอดใด

- ก. 1 และ 2
- ข. 1 และ 3
- ค. 1 และ 4
- ง. 2 และ 3
- จ. 3 และ 4

18. ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าน้ำบ่อหลังบ้านเป็นน้ำกระด้างหรือไม่ นักเรียนจะมีวิธีทดสอบได้อย่างไร
- ชิมดูถ้ามีรสฝาดเป็นน้ำกระด้าง
 - เขย่ากับน้ำสบู่ถ้าเกิดฟองเป็นน้ำกระด้าง
 - ใช้สารส้มแกว่งถ้าเกิดตะกอนเป็นน้ำกระด้าง
 - เขย่ากับน้ำสบู่ถ้าไม่เกิดฟองเป็นน้ำกระด้าง
 - กรองโดยใช้ผ้าขาวบาง ถ้าพบตะกอนเป็นน้ำกระด้าง
19. วิธีใดแก้ไขเฉพาะน้ำกระด้างชั่วคราว
- ต้ม
 - เติมคลอรีน
 - เติมโซเดียมคาร์บอเนต
 - เติมโซเดียมคลอไรด์
 - แกว่งสารส้ม
20. น้ำคลองแห่งหนึ่งเมื่อนำมาซักผ้าไม่เกิดฟองกับสบู่แม้ว่าต้มแล้วก็ยังไม่เกิดฟองกับสบู่ แต่พอใช้ผงซักฟอกกับเป็นฟอง นักเรียนจะสรุปได้ว่าอย่างไร
- ผงซักฟอกไม่ใช่สบู่
 - ผงซักฟอกเป็นสารบิวทิเลท
 - ผงซักฟอกมีสารแก้ความกระด้างของน้ำ
 - น้ำคลองมีก๊าซออกซิเจนละลายอยู่น้อย
 - น้ำคลองมีแมกเนเซียมคลอไรด์ละลายอยู่น้อย
21. เมื่อนำน้ำบ่อมาล้างชาม ปรากฏว่ามีคราบสบู่ติดอยู่ ถ้าต้องการล้างชามให้สะอาดควรมีน้ำบ่อมาทำอย่างไรก่อนใช้
- ทิ้งให้ตกตะกอน
 - ใช้สารส้มแกว่ง
 - ต้มหลาย ๆ ครั้ง
 - เติมโซเดียมคลอไรด์
 - เติมโซเดียมคาร์บอเนต

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 22

จากการทดสอบความกระด้างของน้ำโดยพิจารณาการเกิดฟองกับสบู่ได้ผลการทดลอง ดังนี้

หลอดที่	วิธีทำ	ผลที่สังเกตเห็น	
		น้ำชุด A	น้ำชุด B
1	เติมน้ำสบู่	ไม่มีฟอง	ไม่มีฟอง
2	ต้มแล้วเติมน้ำสบู่	มีฟอง	ไม่มีฟอง
3	เติมโซเดียมคาร์บอเนต	มีฟอง	มีฟอง

22. การแปลความหมายข้อมูลข้อใดไม่ถูกต้อง
- น้ำชุด A และ B เป็นน้ำกระด้าง
 - น้ำชุด A ต้มแล้วหายกระด้าง
 - น้ำชุด B ต้มแล้วไม่หายกระด้าง
 - น้ำชุด A เป็นน้ำบ่อ น้ำชุด B เป็นน้ำทะเล
 - น้ำชุด A และน้ำชุด B เติมโซเดียมคาร์บอเนตแล้วหายกระด้าง
23. ถ้าต้องการน้ำใสสำหรับซักผ้าควรทำน้ำด้วยวิธีใดจึงจะเหมาะสมที่สุด
- กรอง
 - ต้ม
 - ทำให้ตกตะกอน
 - เติมคลอรีน
 - ถูกทุกข้อ
24. เมื่อใช้สารส้มแก้วนํ้าขุ่นนํ้าจะใสขึ้นเพราะเหตุใด
- สารส้มทำให้นํ้าแขวนลอยละลายนํ้า
 - สารส้มทำให้นํ้าแขวนลอยตกตะกอน
 - สารส้มทำให้นํ้าแขวนลอยตกผลึก
 - สารส้มทำให้นํ้าแขวนลอยแตกตัวเป็นอนุภาคเล็ก ๆ
 - สารส้มทำให้นํ้าที่ไม่ละลายนํ้าแยกออกจากนํ้า

25. น้ำชนิดใดมีวิธีการเกิดคล้ายน้ำกรอง

- ก. น้ำฝน
- ข. น้ำทะเล
- ค. น้ำบาดาล
- ง. น้ำตก
- จ. น้ำประปา

26. ตักน้ำขึ้นมา 1 ถัง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ส่วนแรกกรองด้วยทรายหยาบ ส่วนที่ 2 กรองด้วยทรายละเอียดแล้วสังเกตความสะอาดของน้ำ การทดลองนี้ทำเพื่อทดสอบสมมติฐานใด

- ก. น้ำซึมผ่านทรายได้
- ข. ทรายละเอียดดีกว่าทรายหยาบ
- ค. ทรายละเอียดอัดแน่นกว่าทรายหยาบ
- ง. น้ำซึมผ่านทรายหยาบเร็วกว่าทรายละเอียด
- จ. ทรายละเอียดกรองน้ำได้สะอาดกว่าทรายหยาบ

27. ในเครื่องกรองน้ำใส่ผงถ่านไว้เพื่ออะไร

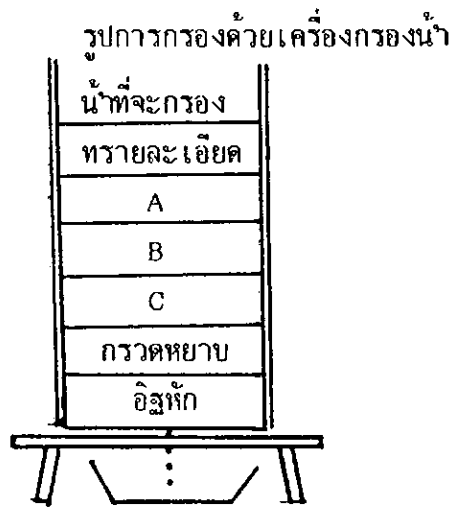
- ก. ฟอกสีและกำจัดกลิ่น
- ข. แก้ความกระด้างของน้ำ
- ค. ช่วยให้น้ำมีรสดีขึ้น
- ง. ดูดสารเคมีบางชนิด
- จ. จับตะกอนที่เบาและละเอียด

28. ในเครื่องกรองน้ำ ถ้าไม่มีถ่านกัมมันต์จะใช้สิ่งใดแทนได้

- ก. สารส้ม
- ข. กาบมะพร้าว
- ค. ขี้เถ้าแกลบ
- ง. ขี้เถ้า
- จ. เปลือกแกง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนใช้รูปและตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 29 - 30



- ก. ทรายหยาบ
ข. กรวดละเอียด
ค. สาลี
ง. ถ่าน
จ. ขี้เลื่อย
29. ชั้น B จะต้องใช้วัสดุใดจึงเหมาะสมและง่ายที่สุด
30. ชั้น C จะต้องใช้วัสดุใดจึงเหมาะสมและง่ายที่สุด
31. ถ้านักเรียนไปเที่ยวเกาะกลางทะเล บังเอิญน้ำดื่มที่จัดเตรียมไปหมด นักเรียนจะแก้ปัญหา
ดังกล่าวได้อย่างไร
- ก. นำน้ทะเลมาต้มให้ตกตะกอน
ข. นำน้ทะเลมาต้มแล้วกรอง
ค. นำน้ทะเลมาต้มแล้วทำให้ไอควบแน่นเป็นน้ำ
ง. รอเวลาฝนตกแล้วรองน้ำฝนไว้ใช้ดื่ม
จ. ใช้น้ำจากพืชบางชนิดที่อวบแน่น
32. น้ำชนิดใดมีวิธีการเกิดคล้ายน้ำกลั่น
- ก. น้ำพุ
ข. น้ำฝน
ค. น้ำประปา
ง. น้ำบาดาล
จ. น้ำทะเล

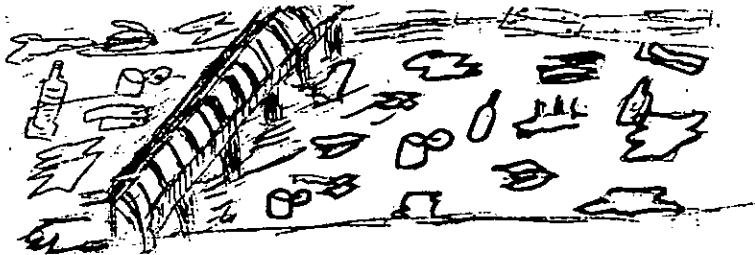
36. กระบวนการกลั่นเรียงตามลำดับได้ดังข้อใด

- ก. การระเหย → การเคี้ยว → การควบแน่น
- ข. การเคี้ยว → การกลายเป็นไอ → การควบแน่น
- ค. การเคี้ยว → การควบแน่น → การกลายเป็นไอ
- ง. การกลายเป็นไอ → การควบแน่น → การระเหย
- จ. การเคี้ยว → การควบแน่น → การระเหย

37. ขั้นตอนแรกในการทำน้ำประปาคือข้อใด

- ก. กรอง
- ข. เติมนคลอรีน
- ค. เติมน้ำขาว
- ง. ทำให้ตกตะกอน
- จ. เติมนโซเดียมคาร์บอเนต

38. ข้อใดเป็นการสังเกตได้โดยตรงจากภาพ



- ก. แม่น้ำมีขยะ
- ข. น้ำในแม่น้ำเน่า
- ค. ปลาตายเพราะน้ำเน่า
- ง. คนทิ้งขยะลงในแม่น้ำ
- จ. ในน้ำมีก๊าซออกซิเจน

39. โรคมินามะตะ เกิดจากอะไร

- ก. มีสารตะกั่วในร่างกายมากเกินไป
- ข. มีสารพิษในร่างกายมากเกินไป
- ค. มีสารปรอทในร่างกายมากเกินไป
- ง. รับประทานอาหารมากเกินไป
- จ. ขาดสารอาหารบางชนิด

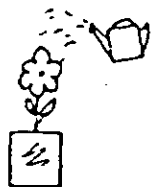
40. พืชที่มีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร
- ลดออกซิเจนในน้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสง
 - เพิ่มออกซิเจนในน้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสง
 - ทำให้ออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำลดลง
 - เมื่อตายช่วยเพิ่มอาหารให้แก่จุลินทรีย์ที่ย่อยสารอินทรีย์ในน้ำ
 - ทำให้สิ่งแวดล้อมสวยงาม
41. เพราะเหตุใดน้ำทิ้งที่อุณหภูมิสูงจึงทำให้น้ำในแหล่งน้ำกลายเป็นน้ำเสียได้
- เพราะน้ำที่อุณหภูมิสูงทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็น
 - เพราะน้ำที่อุณหภูมิสูงทำให้น้ำเปลี่ยนสีไป
 - เพราะน้ำที่อุณหภูมิสูงทำให้ก๊าซระเหยไปหมด
 - เพราะน้ำที่อุณหภูมิสูงทำให้น้ำระเหยไปหมด
 - เพราะน้ำที่อุณหภูมิสูงทำให้ก๊าซออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยลง
42. แหล่งน้ำใดต่อไปนี้ทำให้พืชสีเขียวในน้ำเจริญเติบโตได้ดีที่สุด
- น้ำคลอง
 - น้ำฝน
 - น้ำประปา
 - น้ำบาดาล
 - น้ำที่จากบ้านเรือน
43. น้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวน้ำทำให้พืชน้ำตายได้เพราะอะไร
- น้ำมันมีฤทธิ์เป็นกรดจึงกัดกร่อน
 - ในน้ำมันมีสารบางชนิดที่เป็นอันตรายต่อพืชน้ำ
 - น้ำมันมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปนอยู่มาก
 - น้ำมันทำให้ก๊าซออกซิเจนถ่ายเทลงในน้ำได้น้อยลง
 - น้ำมันทำให้ก๊าซออกซิเจนถ่ายเทลงในน้ำได้มากขึ้น

44. ข้อใดเป็นการกำจัดน้ำรั่วไหลลงในแม่น้ำ

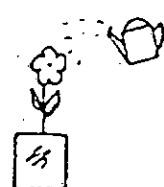
- ก. จุดไฟให้ควาบน้ำมันลุกไหม้จนหมด
- ข. ใช้สารเคมีบางชนิดฉีดใส่เพื่อให้น้ำมันแตกตัวเป็นละอองเล็ก ๆ
- ค. ใช้เรือตักควาบน้ำมันออก
- ง. ใช้วัตถุดูดซึมควาบน้ำมันออก
- จ. ถูกทุกข้อ

45. วิธีการในข้อใดเป็นการทดลองว่า น้ำฝนชักฟอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้หรือไม่

ก.



1. น้ำฝนชักฟอก



2. น้ำและน้ำฝนชักฟอก

ข.



1. น้ำฝนชักฟอก

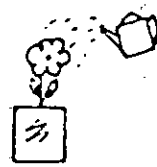


2. ไม่รดน้ำ

ค.

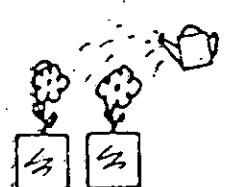


1. น้ำฝนชักฟอก



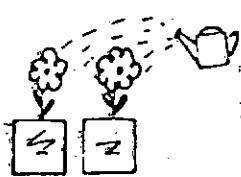
2. น้ำ

ง.



รดน้ำฝนชักฟอกทั้ง 2 กระถาง

จ.



รดน้ำทั้ง 2 กระถาง

46. จากการทดลองในข้อ 45 นักเรียนจะสังเกตการเจริญเติบโตของต้นไม้จากสิ่งใด
- ปริมาณน้ำที่รด
 - ความสูงและจำนวนใบ
 - อัตราการคายน้ำของพืช
 - ปริมาณและผงซักฟอกที่ใช้ผสมน้ำ
 - การเปลี่ยนแปลงของดินหลังการรดน้ำ
47. การทดลองในข้อ 45 นักเรียนจะต้องจัดให้อะไรเหมือนกัน
- ชนิดของดินและชนิดของต้นไม้
 - ชนิดของผงซักฟอกที่ใช้ผสมน้ำ
 - ชนิดของดินและน้ำที่ใช้รดต้นไม้
 - ชนิดของต้นไม้และน้ำที่ใช้รดต้นไม้
 - ชนิดของดินและผงซักฟอกที่ใช้ผสมน้ำ
48. แหล่งน้ำแห่งหนึ่งมีอุณหภูมิผิวน้ำสูง 50°C ปรากฏว่าสิ่งมีชีวิตในน้ำตายหมด ทั้งที่อยู่เหนือผิวน้ำและใต้น้ำประมาณ 29°C นักเรียนจะตั้งสมมติฐานการตายของสัตว์เหล่านั้นอย่างไร
- สัตว์น้ำไม่สามารถโผล่ขึ้นมาหายใจที่ผิวน้ำได้
 - สัตว์น้ำขาดอากาศหายใจ เนื่องจากก๊าซละลายน้ำได้น้อยลง
 - สัตว์น้ำถูกความร้อนผิวน้ำลวกจึงตายไป
 - อุณหภูมิของผิวน้ำกับระดับลึกต่างกันมาก สัตว์น้ำตายหมด
 - ไม่มีข้อถูก
49. ถ้ามีน้ำเสียเกิดขึ้นบริเวณโรงเรียน นักเรียนควรมีส่วนร่วมในการแก้ไขอย่างไร
- นำคลอรีนเทใส่ลงในน้ำ
 - นำผักคบขามาใส่ลงในน้ำ
 - สูบน้ำลงคลองหรือท่อระบายน้ำ
 - ไม่ทิ้งขยะหรือสิ่งโสโครกลงในน้ำเสีย
 - นำน้ำเสียมาทิ้งข้างไร่ให้ตกตะกอนแล้วปล่อยส่วนที่ใสทิ้งลงในดิน

50. ถ้านักเรียนเป็นผู้บริหารประเทศจะใช้นโยบายใดเกี่ยวกับการป้องกันน้ำเสียมิให้เกิดขึ้น และสามารถทำได้นานและมีประสิทธิภาพ

ก. กำจัดสิ่งปฏิกูลโดยการฝังหรือเผา

ข. ออกกฎหมายลงโทษผู้ทิ้งขยะหรือสิ่งสกปรกลงสู่แม่น้ำ

ค. ให้ความรู้แก่เยาวชนในเรื่องน้ำเสียและวิธีป้องกัน

ง. ออกกฎหมายเกี่ยวกับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

จ. ออกกฎหมายห้ามตั้งโรงงานอุตสาหกรรมบริเวณแหล่งน้ำ

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 1 (คาบ 1 - 2)

ความคิรวบยอด

1. น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิต ทั้งในการอุปโภคและบริโภค
2. แหล่งน้ำธรรมชาติประกอบด้วยน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน
3. การหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของน้ำในสถานะต่าง ๆ กันจากพื้นดินพื้นน้ำเข้าสู่บรรยากาศ แล้วกลับสู่พื้นดินและพื้นน้ำอีก เรียกว่า วัฏจักรของน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายถึงความสำคัญของน้ำต่อการดำรงชีวิตในด้านต่าง ๆ ได้
2. แปลความหมายข้อมูลจากตารางเกี่ยวกับปริมาณน้ำในอาหารและน้ำข้มูลนั้นมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ ได้
3. อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ได้ น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ระดับในดิน น้ำบาดาล
4. อธิบายการเกิดน้ำใต้ดินและการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินได้
5. อธิบายความหมายของคำว่า วัฏจักรของน้ำได้
6. อธิบายการเปลี่ยนแปลง เคลื่อนที่หมุนเวียนของน้ำโดยตัวการต่าง ๆ ได้
7. ระบุปัญหา หาสาเหตุ ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอนิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูให้นักเรียนดูภาพแสดงการใช้น้ำเพื่อการบริโภคและอุปโภคในแต่ละวัน เพื่อนำไปสู่การอภิปรายว่าในแต่ละวันนั้นเราต้องเกี่ยวข้องกับและจำเป็นต้องใช้น้ำอย่างไรบ้าง

2. ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากตาราง 2.1 แล้วให้นักเรียนอภิปรายสรุปเกี่ยวกับปริมาณน้ำในอาหาร และให้นักเรียนช่วยกันนำเสนอข้อมูลดังกล่าวเพื่อให้สามารถอ่านง่ายและเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว

3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองชุดที่ 1 เรื่อง น้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

ขั้นการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

2.1 ขณะเติมน้ำในกล่อง ระดับน้ำในท่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

2.2 หลังจากเติมน้ำลงไป ระดับน้ำในท่ออยู่ที่ใด

2.3 ถ้าคุณน้ำในท่อพลาสติกออก นักเรียนคิดว่าระดับน้ำในกล่องจะเป็นอย่างไร

2.4 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานที่ถูกต้องแล้วสรุปเป็นความรู้ใหม่

4. ให้นักเรียนศึกษารูป 2.7 ซึ่งแสดงบริเวณต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานครที่มีการทรุดตัวเพื่อนำไปสู่การอภิปรายถึงผลกระทบการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมาก

5. ให้นักเรียนศึกษารูป 2.9 วัฏจักรของน้ำ จากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการหมุนเวียนของน้ำ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนและการเปลี่ยนแปลงของน้ำ

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 1 เรื่อง น้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องน้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 2 (คาบ 3 - 4)

ความคิดรวบยอด

1. น้ำมีสมบัติในการรักษาระดับ มีรูปร่างเหมือนภาชนะที่บรรจุและจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเสมอ
2. อุดมูมิคิงที่ในช่วงที่น้ำกำลังเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นก๊าซ เรียกว่า จุดเดือด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายสมบัติบางประการของน้ำได้
2. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอุดมูมิคิงในขณะน้ำกำลังเดือดได้
3. หาจุดเดือดของน้ำได้
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุดมูมิคิงกับเวลาที่เปลี่ยนไปเมื่อน้ำได้รับความร้อนและแปลความหมายจากกราฟได้
5. ระบุปัญหา หาสาเหตุ ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนศึกษารูป 2.10 สมบัติบางประการของน้ำ แล้วอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับสมบัติดังกล่าว
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 2 เรื่อง จุดเดือดของน้ำ
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติกาทดลอง

ขั้นตอนการปรัยหลังการทดลอง

1. ำให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสรุปข้อสรุปโดยใช้

คำถามต่อไปนี้

- 2.1 นักเรียนสังเกตเห็นอะไรเกิดขึ้นที่ปลายหลอดนำก๊าซ
- 2.2 เมื่อเอาบีกเกอร์ใส่น้ำเย็นไปอังที่ปลายหลอดนำก๊าซเกิดผลอย่างไร เหตุใด

จึงเป็นเช่นนั้น

- 2.3 เมื่อน้ำได้รับความร้อนอุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- 2.4 ขณะที่น้ำกำลังเดือด เส้นกราฟมีลักษณะอย่างไร
- 2.5 จากการทดลอง จุดเดือดของน้ำมีค่าเท่าใด
- 2.6 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร
3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานที่ถูกต้องแล้วสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 2 เรื่อง จุดเดือดของน้ำ
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง จุดเดือดของน้ำ

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 3 (คาบ 5 - 6)

ความคิดรวบยอด

1. อุดมูมิคิงที่ในช่วงที่น้ำแข็งกำลังเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว เรียกว่า จุดหลอมเหลว
2. อุดมูมิคิงที่ในช่วงที่น้ำกำลังเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง เรียกว่า จุดเยือกแข็ง ซึ่งเป็นอุดมูมิเดียวกับจุดหลอมเหลว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควจะสามารถ

1. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอุดมูมิในขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลวได้
2. หาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็งได้
3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุดมูมิกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อน้ำแข็งได้รับความร้อนและแปลความหมายจากกราฟได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 3 เรื่อง จุดหลอมเหลวของน้ำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

ขั้นการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

ข้ออภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 2.1 ขณะที่น้ำแข็งยังหลอมเหลวไม่หมด อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
 - 2.2 น้ำแข็งในกล่องหลอมเหลวหมดภายในเวลาที่เท่าไร
 - 2.3 เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวหมดแล้ว อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร
 - 2.4 ขณะที่น้ำแข็งยังหลอมเหลวไม่หมด เส้นกราฟเป็นอย่างไร
 - 2.5 หลังจากน้ำแข็งหลอมเหลวหมดแล้ว อุณหภูมิเป็นอย่างไร และเส้นกราฟมีลักษณะอย่างไร
 - 2.6 จากการทดลอง จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งมีค่าเท่าไร
 - 2.7 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร
3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานที่ถูกต้องแล้วสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 3 เรื่อง จุดหลอมเหลวของน้ำ
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง จุดหลอมเหลวของน้ำ

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 4 (คาบ 7 - 8)

ความคิดรวบยอด

น้ำที่มองเห็นว่าใสนั้น ไม่ใช่สะอาดเสมอไป อาจมีสารบางชนิดเจือปนอยู่ ทั้งนี้เพราะน้ำสามารถละลายสารต่าง ๆ ได้ดี

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ทดสอบสิ่งเจือปนที่เป็นของแข็งในน้ำได้
2. ระบุปัญหา สาเหตุ ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 4 เรื่อง มื้ออะไรอยู่ในหยดน้ำ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

ขั้นการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- 2.1 มีสารเหลือค้างอยู่ในจานหลุมโลหะทุกหลุมหรือไม่ ถ้ามีมาจากน้ำหมายเลขใด
- 2.2 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร
3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานที่ถูกต้องแล้วสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 4 เรื่อง มีอะไรอยู่ในหยดน้ำ
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง มีอะไรอยู่ในหยดน้ำ

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 5 (คาบ 9 - 10)

ความคิดรวบยอด

1. น้ำที่ท่าพองกับสบู่ได้ดี เรียกว่า น้ำอ่อน ส่วนน้ำที่ท่าพองกับสบู่ได้น้อย เรียกว่า น้ำกระด้าง
2. น้ำกระด้างเป็นน้ำที่มี แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกนีเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกนีเซียมคลอไรด์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ
1. ทดสอบน้ำกระด้างอย่างง่ายได้
 2. อธิบายเปรียบเทียบน้ำอ่อนและน้ำกระด้างได้
 3. ระบุปัญหา สาเหตุ ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 5 เรื่อง น้ำอ่อน - น้ำกระด้าง
2. ครูและนักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

ขั้น ขั้นการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

ขั้นตอนการปฏิบัติหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 2.1 เมื่อเติมน้ำสบู่ในหลอดทั้ง 4 แล้วเขย่าและตั้งทิ้งไว้หลอดใดที่มีฟองมากและหลอดใดที่มีฟองน้อย
 - 2.2 จากผลการทดลองนี้ นักเรียนจำแนกน้ำ โดยใช้การเกิดฟองกับสบู่เป็นเกณฑ์ได้กี่ประเภท อะไรบ้าง
 - 2.3 น้ำในหลอดใดเป็นน้ำอ่อน หลอดใดเป็นน้ำกระด้าง
 - 2.4 น้ำกระด้างมีสารใดละลายอยู่บ้าง
 - 2.5 การทดลองนี้สรุปได้อย่างไร
3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานที่ถูกต้องแล้วสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 5 เรื่อง น้ำอ่อน-น้ำกระด้าง
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง น้ำอ่อน-น้ำกระด้าง

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 6 (คาบ 11 - 12)

ความคิดรวบยอด

1. น้ำกระด้างมี 2 ชนิด น้ำกระด้างชั่วคราว และน้ำกระด้างถาวร
2. น้ำกระด้างชั่วคราวแก้ได้โดยการต้มและเติมโซเดียมคาร์บอเนต ส่วนน้ำกระด้างถาวรแก้ได้โดยเติมโซเดียมคาร์บอเนตเท่านั้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ
1. แก้น้ำกระด้างชั่วคราวและถาวรได้
 2. นำความรู้เกี่ยวกับน้ำอ่อนน้ำกระด้างไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
 3. ระบุปัญหา หาสาเหตุ ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 6 เรื่อง น้ำกระด้างแก้ได้อย่างไร
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

ขั้นการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

ข้ออภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปได้โดยใช้

คำถามต่อไปนี้

- 2.1 เมื่อเติมน้ำสบู่ลงในหลอดที่ 1 ของน้ำชุด ก. และ ข. แล้วเขย่ามีฟองเกิดขึ้นหรือไม่
- 2.2 เมื่อเติมน้ำหลอดที่ 2 ของน้ำชุด ก. และชุด ข. เติมน้ำสบู่แล้วเขย่า จะให้ผลเหมือนกันหรือไม่อย่างไร
- 2.3 น้ำกระด้างชุดใดที่ต้มแล้วหายกระด้าง ชุดใดที่ต้มแล้วไม่หายกระด้าง เพราะเหตุใด
- 2.4 เมื่อเติมโซเดียมคาร์บอเนตลงในหลอดที่ 3 ของน้ำชุด ก. และชุด ข. แล้วเติมน้ำสบู่ให้ผลเหมือนกันหรือไม่อย่างไร
- 2.5 การทดลองนี้สรุปได้อย่างไร
3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานที่ถูกต้องแล้วสรุปเป็นความรู้ใหม่

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 6 เรื่อง น้ำกระด้างแก้ได้อย่างไร
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง น้ำกระด้างแก้ได้อย่างไร

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 7 (คาบ 13 - 14)

ความคิดรวบยอด

การตกตะกอนเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้แยกสารบางชนิดจากน้ำ น้ำที่ได้จากการตกตะกอนนำไปใช้ในการทำความสะอาดได้ แต่ยังไม่ดื่มไม่ได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายหลักการของการตกตะกอนได้
2. ทำให้น้ำใสโดยใช้หลักของการตกตะกอนได้
3. ระบุปัญหา หาสาเหตุ ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 7 เรื่อง การทำให้ตกตะกอน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

ขั้นการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

ขั้นตอนการทบทวน

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยชี้คำตอบต่อไปนี้
 - 2.1 ของเหลวแต่ละชนิดในถ้วยก่อนและหลังเติมสารส้ม มีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
 - 2.2 น้ำที่ได้จากการทำให้ตกตะกอนใช้ดื่มได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - 2.3 ในห้องเรียนของนักเรียนทำน้ำให้ตกตะกอนได้อย่างไร
 - 2.4 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร
3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานที่ถูกต้องแล้วสรุปเป็นความเข้าใจ

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 7 เรื่อง การทำน้ำให้ตกตะกอน
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การทำน้ำให้ตกตะกอน

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติงาน และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 8 (คาบ 15 – 16)

ความคิดรวบยอด

การกรองเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้แยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำหรือของเหลวโดยอาศัยหลักการที่สารซึ่งมีขนาดใหญ่กว่ารูวัสดุที่ใช้กรองจะไม่สามารถผ่านวัสดุกรองไปได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายหลักการกรองได้
2. แยกสารเจือปนที่เป็นอนุภาคเล็ก ๆ ออกจากน้ำหรือของเหลวได้โดยอาศัยหลัก

การกรอง

3. สามารถออกแบบและประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำที่เหมาะสมเพื่อใช้งานต่อไปได้
4. ระบุปัญหา หาสาเหตุ ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนด

ให้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 8 เรื่อง

การกรองทำได้อย่างไร

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

ขั้นการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

ข้ออภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 2.1 ของเหลวที่ผ่านการกรองมีลักษณะเหมือนหรือต่างจากของเหลวที่ไม่ได้กรองอย่างไร
 - 2.2 ในการกรองของเหลวแต่ละชนิด มีอะไรติดค้างอยู่บนกระดาษกรองหรือไม่ หากมีจริงเป็นเช่นนั้น
 - 2.3 นักเรียนคิดว่า ความเค็ม ความหวาน และสีของน้ำตาลหมดไปหรือไม่ เมื่อผ่านกระดาษกรอง เพราะเหตุใด
 - 2.4 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร
3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานที่ถูกต้องแล้วสรุปเป็นความรู้ใหม่
4. ให้นักเรียนออกแบบและประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำที่ใช้ตามบ้านที่เหมาะสมกับท้องถิ่นที่อยู่

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 8 เรื่อง การกรองทำได้อย่างไร
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การกรองทำได้อย่างไร

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง
3. ตรวจเครื่องกรองน้ำที่ประดิษฐ์ขึ้น

ความคิดรวบยอด

1. การกลั่นเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้แยกสารเจือปนที่เป็นของเหลวออกจากน้ำ
2. การทำน้ำประปาเป็นการทำน้ำให้สะอาด ซึ่งมีกระบวนการหลายขั้นตอนต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก จึงควรใช้อย่างประหยัด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายหลักการกลั่นได้
2. นำความรู้เกี่ยวกับการกลั่นไปใช้กลั่นของเหลวได้
3. อธิบายกระบวนการทำน้ำประปาได้
4. ตระหนักในคุณค่าของน้ำประปาแล้วรู้จักใช้น้ำประปาอย่างประหยัด
5. ระบุปัญหา สาเหตุ ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนด

ให้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 9 เรื่อง กลั่นแล้วได้อะไร

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

ขั้นการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

ขั้นตอนการทบทวน

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 2.1 ขณะต้มของเหลว มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในหลอดทั้งสองหรือไม่ อย่างไร
 - 2.2 ของเหลวในหลอดที่แช่อยู่ในน้ำมีลักษณะอย่างไร ต่างจากของเหลวเดิมหรือไม่ และเกิดขึ้นได้อย่างไร
 - 2.3 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร
3. ครูนำอภิปรายถึงความจำเป็นของการที่ต้องมีการทำน้ำประปา จากนั้นให้นักเรียนศึกษารูป 2.20 ซึ่งแสดงกระบวนการทำน้ำประปา ให้นักเรียนอภิปรายกันเองจนสามารถสรุปกระบวนการในการทำน้ำประปาได้ถูกต้อง
4. ให้นักเรียนศึกษาดาราง 2.20 ซึ่งได้เปรียบเทียบมาตรฐานน้ำดื่มของการประปานครหลวงกับองค์การอนามัยโลกและคุณภาพของน้ำประปา เพื่อนำไปสู่การอภิปรายเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำประปา ที่นำมาใช้ดื่ม

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 9 เรื่อง กลั่นแล้วได้อะไร
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง กลั่นแล้วได้อะไร

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 10 (คาบ 19 - 20)

ความคิดรวบยอด

1. น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายอยู่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร
2. สารละลายผงซักฟอกมีสารฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบ สารนี้ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช
3. สิ่งต่าง ๆ ที่ตกลงในน้ำมีทั้งที่เป็นพิษและเป็นอาหารของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์เพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว มีผลต่อปริมาณก๊าซออกซิเจนและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายหลักการของคำว่าน้ำเสียได้
2. สรุปเกี่ยวกับผลของความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ
3. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสียอันมีสาเหตุจากสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนได้
4. อธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตจากการปล่อยน้ำที่มีอุณหภูมิสูงลงสู่แม่น้ำลำคลองได้
5. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสียอันมีสาเหตุมาจากสิ่งปฏิกูลจากการอุตสาหกรรมได้
6. ระบุปัญหา หาสาเหตุ ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนการสอนขั้นตอนการปฏิบัติก่อนการทดลอง

1. ครูให้นักเรียนดูภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำที่มีการทิ้งสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำแล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงผลที่เกิดขึ้นเพื่อสรุปเกี่ยวกับความหมายของน้ำเสีย

2. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนที่ทิ้งลงในแหล่งน้ำ แล้วอภิปรายสรุปเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสียอันเนื่องมาจากสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน

3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 10 เรื่องการเจริญเติบโตของแทน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

ขั้นการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยใช้

คำถามต่อไปนี้

2.1 ตลอดระยะเวลา 5 วัน ต้นแทนในแต่ละกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ไว้

2.2 ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นแทนหรือไม่ทราบได้อย่างไร

2.3 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานที่ถูกต้องแล้วสรุปเป็นความรู้ใหม่

4. ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว

ของพืชน้ำ

5. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ จากการอุตสาหกรรมที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งจะให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น เกิดภาวะน้ำเป็นพิษก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชน้ำ สัตว์น้ำ และมนุษย์

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 10 เรื่อง การเจริญเติบโตของแทน
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การเจริญเติบโตของแทน
3. รูปภาพ แสดงลักษณะของแหล่งน้ำที่เกิดจากการปล่อยน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แม่น้ำ

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติงาน และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการสอนครั้งที่ 11 (คาบ 21 - 22)

ความคิดรวบยอด

1. น้ำจืดที่ไหลลงสู่แม่น้ำมีอันตรายต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ และก่อให้เกิดทัศนียภาพที่ไม่สวยงาม
2. การป้องกันและแก้ปัญหาน้ำเสียเป็นหน้าที่ของทุกฝ่าย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมจากการที่น้ำจืดคลุมผิวน้ำเป็นเวลานานได้
2. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสียอันมีสาเหตุมาจากสิ่งปฏิกูลจากการเกษตรได้
3. บอกวิธีป้องกันน้ำเสียได้
4. ระบุปัญหา สาเหตุ ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนด

ให้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 11 เรื่อง น้ำจืดหล่อล้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไร
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

ขั้นการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

ขั้นตอนการทบทวนผล

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 2.1 สำหรับยวดยานทั้งสองคันมีลักษณะแตกต่างหรือเหมือนกันอย่างไร
 - 2.2 ลักษณะยวดยานในหลอดใดที่แสดงถึงสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
 - 2.3 น้ำมันที่ลอยผิวน้ำในภาชนะไว้นานเท่าไรในหลอดน้ำ
 - 2.4 เมื่อไม่มีก๊าซออกซิเจนในน้ำ พืชน้ำจะเป็นอย่างไร
 - 2.5 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร
3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานที่ถูกต้องแล้วสรุปเป็นความรู้ใหม่
4. ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสียที่มีสาเหตุมาจากสิ่งปฏิกูลจากกิจกรรมการป้องกันและแก้ไขปัญหา น้ำเสีย

สื่อการเรียนการสอน

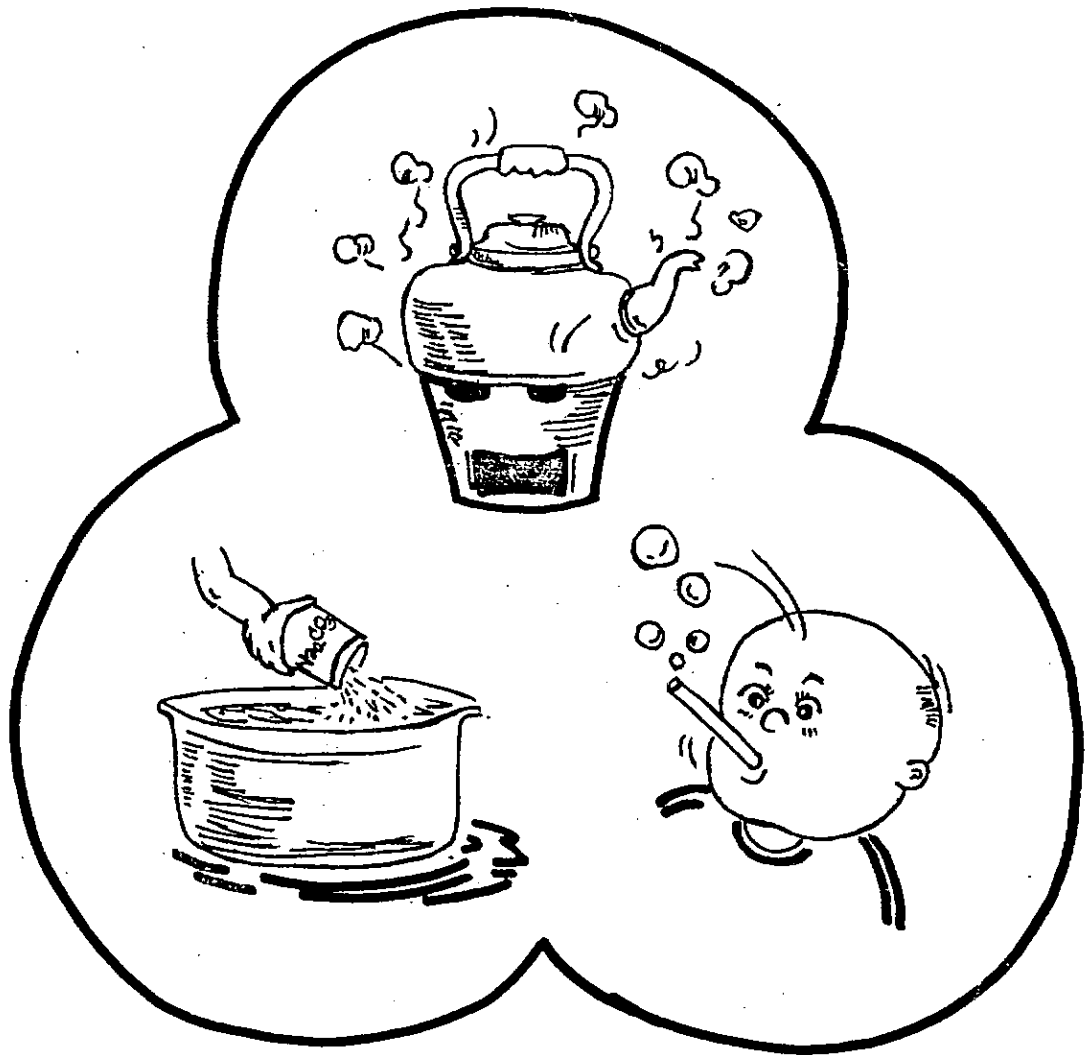
1. แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ชุดที่ 11 เรื่อง น้ำมันหล่อลื่นมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำอย่างไร
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง น้ำมันหล่อลื่นมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำอย่างไร

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบแบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

เรื่อง น้ำกระด้างแก้ได้อย่างไร



ว.101 วิทยาศาสตร์

ชื่อ _____ นามสกุล _____

ชั้น _____ เลขที่ _____

คำแนะนำในการใช้แบบฝึก

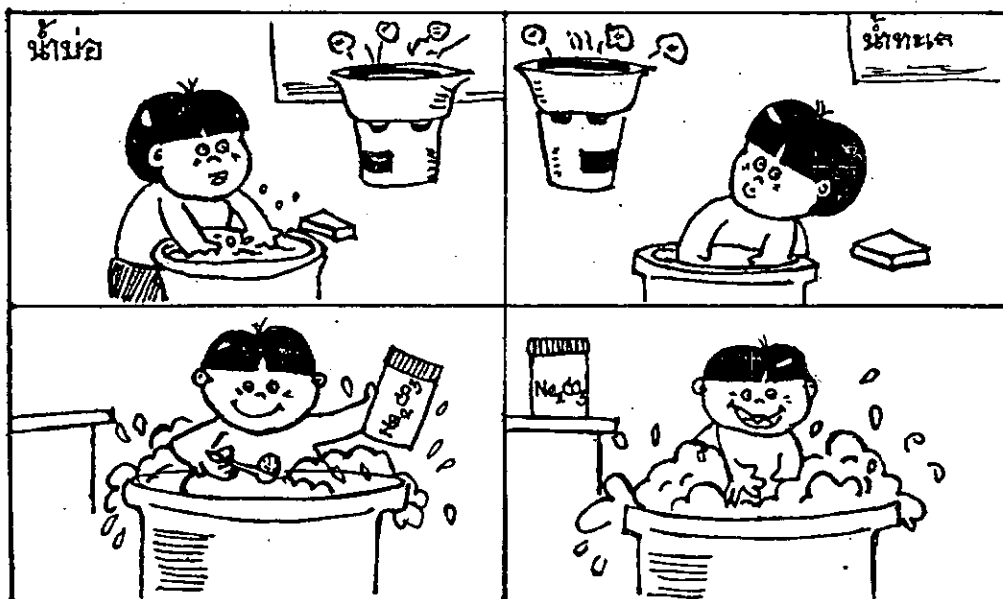
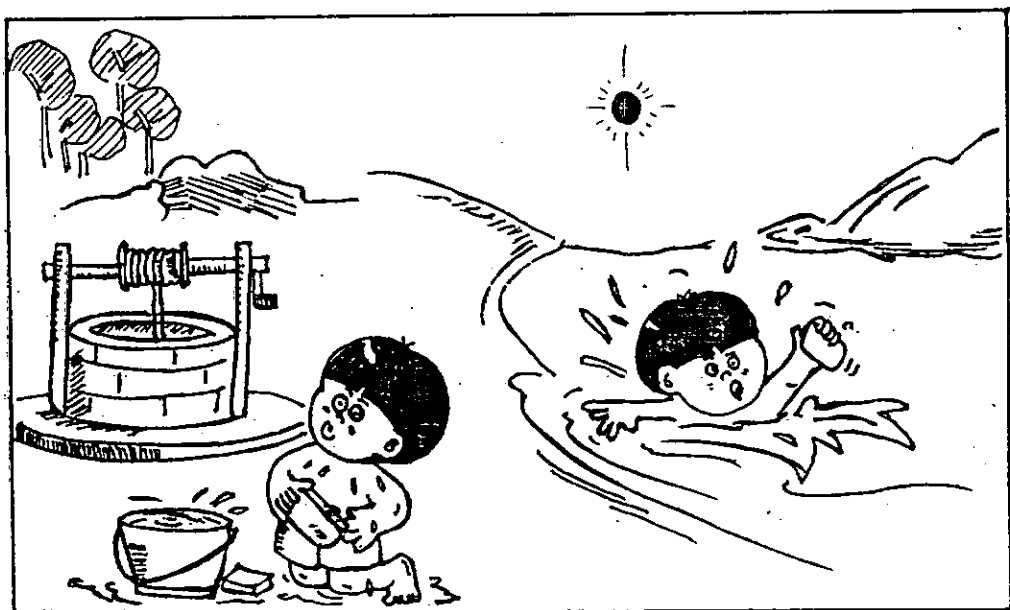
แบบฝึกชุดนี้จะช่วยนักเรียนเรื่องการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง นักเรียนจะสามารถตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองได้หากปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. แบบฝึกชุดนี้ แบ่งเป็น 2 ตอน
 ตอนที่ 1 ฝึกตั้งสมมติฐาน
 ตอนที่ 2 ฝึกออกแบบการทดลอง
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามคำสั่งในแบบฝึกทุกขั้นตอน โดยเขียนตอบลงในช่องว่างสำหรับตอบ
3. เริ่มศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยการอ่านและคิดตามพร้อมทั้งดูภาพประกอบจากเอกสารหมายเลข 1
4. ให้นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐาน ตามที่ระบุไว้ใน เอกสารหมายเลข 2
5. เมื่อเสร็จสิ้น กิจกรรมหมายเลข 2 แล้ว ให้นักเรียนตรวจแนวคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 3
6. ให้นักเรียนฝึกออกแบบการทดลอง ตามที่ระบุไว้ใน เอกสารหมายเลข 4
7. เมื่อเสร็จสิ้น กิจกรรมหมายเลข 4 แล้ว ให้นักเรียนตรวจแนวคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 5
8. เมื่อทำกิจกรรมเสร็จทุกขั้นตอน ร่วมอภิปรายซักถามกับครูและเพื่อนเพื่อทำการทดลองต่อไป



สถานการณ์

บัณฑิตนํ้าบ่อและนํ้าทะเลมาทดลองกับนํ้าสบู่ ผลปรากฏว่านํ้าทั้ง 2 แห้งทำพองกับสบู่ได้ยาก บัณฑิตมีความรู้ว่านํ้าที่หาพองกับสบู่ได้ยากเรียกว่า นํ้ากระด้าง จึงได้คิดหาวิธีแก้ความกระด้างของนํ้า โดยนํ้านํ้าบ่อและนํ้าทะเลมาต้ม ปรากฏว่า นํ้าบ่อหาพองกับสบู่ได้ง่ายขึ้น ส่วนนํ้าทะเล ก็ยังคงหาพองกับสบู่ได้ยาก บัณฑิตจึงได้ถามอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ อาจารย์ได้แนะนำให้ลองเติมโซดาซักผ้า บัณฑิตจึงได้นำโซดาซักผ้ามาเติมทั้งนํ้าบ่อและนํ้าทะเล ผลปรากฏว่าทั้งนํ้าบ่อและนํ้าทะเลหาพองกับสบู่ได้ง่าย



ตอนที่ 1 ผักตบชวจิตฐาน

1. ต้นตบชวจิตฐาน

จากสถานการณ์ นักเรียนคิดว่ามีสิ่งใดที่น่าสงสัยหรือเป็นปัญหาอะไรบ้าง
(ให้เขียนข้อความที่อยู่ในรูปของประโยคคำถาม)

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 1.4
- 1.5
- 1.6
- 1.7

2. ค้นหาเหตุผลที่เป็นไปได้

จากปัญหาที่นักเรียนคิดไว้ในขั้นที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาหาสาเหตุที่สอดคล้องกับ
ปัญหานั้น ๆ (ปัญหาเดียวอาจมีหลายสาเหตุได้)

- 2.1
- 2.2
- 2.3
- 2.4
- 2.5
- 2.6
- 2.7

3. ขั้นตั้งสมมติฐาน

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหามาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

- 3.1
- 3.2
- 3.3
- 3.4
- 3.5

4. ขั้นเลือกสมมติฐานที่คงทน

จากสมมติฐานที่นักเรียนตั้งในข้อ 3 ให้นักเรียนเลือกสมมติฐานที่คิดว่าสามารถนำมาทดลองหรือตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดลองในห้องเรียน

- 4.1
- 4.2
- 4.3



เอกสารหมายเลข 4

ตอนที่ 2

1. ^๕ บทกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

คำว่า การแก้ความกำกวมของน้ำ หมายถึง

.....

.....

2. ^๕ บทกำหนดและความคมตัวแปร

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการ

ทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น

ตัวแปรที่ต้องควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรที่มีผลต่อการ

ทดลองซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลเปลี่ยนตามไปด้วย

จากสมมติฐานถ้านักเรียนจะออกแบบการทดลอง ให้นักเรียนกำหนดตัวแปร ดังนี้

ตัวแปรต้น คือ

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

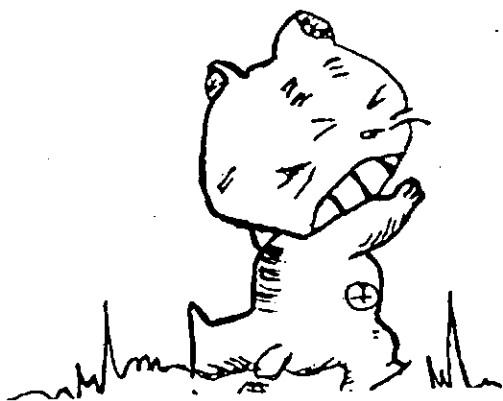
.....

3. ชั้นระบอบการปกครองและสารเคมี

ให้นักเรียนระบอบการปกครองและสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่

ตั้งขึ้น

<u>อุปการณ</u>	<u>สารเคมี</u>
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.
6.	6.
7.	7.
8.	8.
9.	9.
10.	10.
11.	11.
12.	12.
13.	13.
14.	14.
15.	15.



4. ขั้นตอนวิธีการทดลอง

นักเรียนกำหนดรายชื่ออุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองแล้ว ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น โดยเขียนเป็นลำดับที่เข้าใจง่ายและสามารถเขียนสรุปประกอบได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจคำตอบ
จากเอกสาร
นมาบลง 5 คำ



เอกสารหมายเลข 5

ตอนที่ 2

1. ^๕เกณฑ์นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

คำว่า การแก้ความกระด้างของน้ำ หมายถึง น้ำที่ทำพองกับสบู่ได้ยาก แต่เมื่อนำไปแก้ความกระด้างของน้ำแล้ว สามารถทำพองกับสบู่ได้ง่ายขึ้น ซึ่งสามารถวัดได้จากความสูงของฟองสบู่

2. ^๕เกณฑ์ทดสอบและควบคุมตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ ชนิดของน้ำ การต้มน้ำ การเติมโซดาซักผ้า

ตัวแปรตาม คือ การเกิดฟองสบู่ ความสูงของฟองสบู่

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ปริมาณน้ำ ปริมาณน้ำสบู่ ขนาดหลอดทดลอง

เวลาที่ใช้เขย่าหลอดทดลอง ปริมาณสารที่เติม

3. ^๕ระเบียบอุปกรณ์และสารเคมี

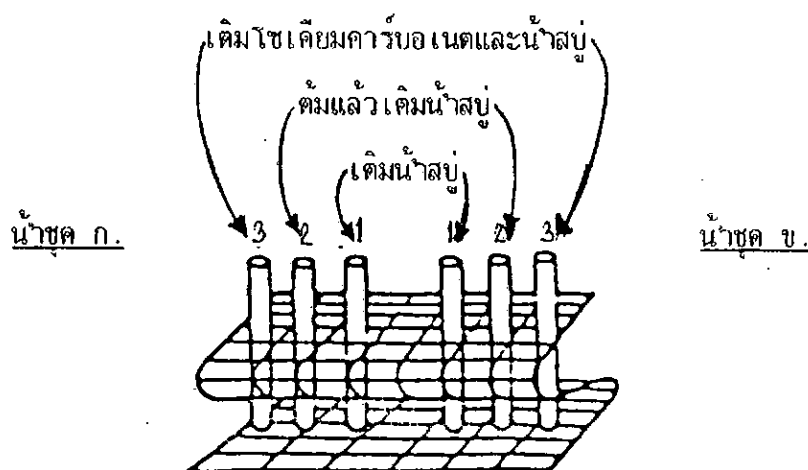
อุปกรณ์

- | | |
|---|--------|
| 1. ไมค์ไฟฟ้า | |
| 2. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด | 1 ชุด |
| 3. หลอดทดลองขนาดกลาง | 6 หลอด |
| 4. ^๕ ที่ตั้งหลอดทดลอง | 1 อัน |
| 5. ที่จับหลอดทดลอง | 1 อัน |
| 6. หลอดฉีดยา ขนาด 15 cm ³ | 1 อัน |

สารเคมี

- | | |
|---|--------------------|
| 1. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์เจนคาร์บอเนต | 30 cm ³ |
| 2. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ | 30 cm ³ |
| 3. โซเดียมคาร์บอเนต (โซดาซักผ้า) | 30 cm ³ |
| 4. น้ำสบู่ | 5 cm ³ |

4. ขั้นตอนวิธีการทดลอง



1. เตรียมน้ำชุด ก. โดยใส่น้ำกระด้าง ชนิดที่มีแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด หลอดละ 10 cm^3
2. เตรียมน้ำชุด ข. โดยใส่น้ำกระด้างที่มีแคลเซียมคลอไรด์ละลายอยู่ลงในหลอดทดลองขนาดกลางอีก 3 หลอด หลอดละ 10 cm^3
3. เติมน้ำสบู่ 5 cm^3 ลงในหลอดที่ 1 ของชุด ก. และชุด ข. เขย่าสังเกตฟองและบันทึกผล
4. ต้มน้ำในหลอดที่ 2 ของชุด ก. และ ข. ให้เดือดประมาณ 3 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำสบู่ลงในหลอดละ 5 cm^3 เขย่า สังเกตฟองและบันทึกผล
5. เติมโซเดียมคาร์บอเนต (โซดาซักผ้า) ลงในหลอดที่ 3 ของชุด ก. และ ข. หลอดละ 1 ช้อน ช้อนเบอร์ 1 เขย่าจนโซเดียมคาร์บอเนตละลายหมด เติมน้ำสบู่ในหลอดละ 5 cm^3 เขย่า สังเกตและบันทึกผล

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวบุษยาณี ชื้อสกุล บุชิตากร
เกิด	วันที่ 7 เดือนตุลาคม พุทธศักราช 2499
สถานที่เกิด	อำเภอบางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	11/18 ตลาดน้ำวัดไทร ถนนเอกชัย อำเภอบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 2 ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดราชาธิวาส อำเภอคูสัด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2517	ป.กศ. จากวิทยาลัยครูสวนดุสิต
พ.ศ. 2519	ป.กศ.สูง จากวิทยาลัยครูสวนดุสิต
พ.ศ. 2522	ค.บ. (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูสวนดุสิต
พ.ศ. 2533	กศ.ม. (การมัธยมศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐาน
 และออกแบบการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ

ของ

บุษยาณี ปุชิตากว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2533

การศึกษาครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการ
ศึกษา 2533 ของโรงเรียนวัดราชาธิวาส อำเภอคลองสาน จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน
แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 50 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการ
ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู แบบแผนการวิจัย แบบ
Radomized Control - group Pretest - posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ
t - test Independent ในรูป Difference-Score และ t-test Dependent

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึก
การตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้
แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้
แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนตาม
คู่มือครูหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARISON OF MATHAYOM SUKSA 1 STUDENTS' SCIENTIFIC ACHIEVEMENT
AND ABILITY IN PROBLEM SOLVING THROUGH THE FORMULATING
HYPOTHESIS - EXPERIMENTAL DESIGN EXERCISES
AND THE TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT

BY

BUDSAYANEE PHUCHITAKORN

Presented in partial Fulfillment of requirements For the Master
of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

October 1990

The purpose of this study was a comparison of Mathayom Suksa I Students' Science Achievement and Ability in problem solving through the Formulating Hypothesis - Experimental Design Exercises and the Teacher's Manual.

The subjects were 100 Mathayom Suksa I Students of Rajativas School, Dusit District, Bangkok, during the first Semester of 1990 academic year. They were assigned into the experimental and control group with 50 students each. The experimental group was taught through the Formulating Hypothesis - Experimental Design ; whereas the control group was taught through the Teacher's Manual. Randomized control group pretest - posttest design was used in the study. The t-test was used for data analysis.

The results of this study revealed that :

1. The Science Achievement of the experimental and control groups was not significantly different at the .05 level.
2. The Scientific problem solving ability of experimental and control groups was significantly different at the .01 level.
3. With regard to the experimental group the posttest Scientific problem solving ability was significantly higher than pretest at the .01 level.
4. With regard to the control group the posttest Scientific problem solving ability was significantly higher than pretest at the .01 level.