

การศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ปริญญาพนธ์

ของ

สมศรี เพชรขจร

15 เม.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ธันวาคม 2531

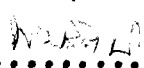
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177043

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำคณะนิติศาสตร์และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

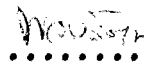
คณะกรรมการที่ปรึกษา

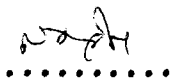
.......... ประธาน
(ดร. สุทิมา วัฒนาศิริ)

.......... กรรมการ
(รศ. พวงรัตน์ ทวีรัตน์)

คณะกรรมการสอบ

.......... ประธาน
(ดร. สุทิมา วัฒนาศิริ)

.......... กรรมการ
(รศ. พวงรัตน์ ทวีรัตน์)

.......... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ. สมจิต สวชนไพบูลย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

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

วันที่ 1 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2531

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก อาจารย์ ดร. ชูติมา
วันนะศิริ รองศาสตราจารย์ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวชนไพบูลย์
ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลืออย่างดียิ่งตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณและขอบคุณ คณะครู - อาจารย์ และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนทุ่งตะโกวิทยา และโรงเรียนสววิทยาทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก
ความสะดวกในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ เอกการมัธยมศึกษาและวิทยาศาสตร์ศึกษา และท่านที่ได้มีส่วน
ช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีได้เนื่องจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบ
สักการะแก่พระคุณของพ่อ - แม่ บุรพคณาจารย์ และท่านที่เคยให้การอบรมสั่งสอนแก่ผู้วิจัย
ทุกท่าน

สมศรี เพชรขจร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
ค่านิยมศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	8
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	16
เอกสารเกี่ยวกับคำถาม	20
เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก	28
✓ เอกสารเกี่ยวกับการอภิปราย	31
เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา	35
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	40
✓ งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปราย	43
✓ งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม	44
งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา	46
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	48

บทที่	หน้า
3	
วิธีทำเนิการศึกษาคนควา	49
ประชากร	49
กลุ่มตัวอย่าง	49
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาคนควา	49
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาคนควา	49
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคนควา	49
การวิเคราะห์ข้อมูล	55
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	56
4	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	59
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	59
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	59
5	
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	63
ความมุ่งหมายของการศึกษาคนควา	63
สมมติฐานของการศึกษาคนควา	63
วิธีทำเนิการศึกษาคนควา	64
การวิเคราะห์ข้อมูล	65
สรุปผลการศึกษาคนควา	65
การอภิปรายผลการศึกษาคนควา	66
ข้อเสนอแนะ	69
บรรณานุกรม	70
ภาคผนวก ก	80
ภาคผนวก ข	125

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กับการสอนโดยการอธิบายระหว่างครูกับนักเรียน	7
2 แบบแผนการวิจัย	54
3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	60
4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง	61
5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	62
6 ค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	81
7 ค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง อาหารและพลังงาน	83
8 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน	86
9 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากการ ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มทดลอง	88
10 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากการ ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มควบคุม	89
11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและ พลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มทดลอง	90

12	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและ พลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มควบคุม	91
----	--	----

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	12
2 ความสำคัญของการทดลองในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	14

บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว
ในขณะนี้ ทำให้บทบาทของคนในประชาคมโลกโดยรวมในประเทศไทยเรามีแนวโน้มว่าจะต้องพัฒนา
ให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงและบทบาทใหม่ในสังคมอุตสาหกรรมมากยิ่งขึ้น ผลของความเจริญก้าวหน้า
เหล่านี้ก่อให้เกิดอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพสังคม เศรษฐกิจ และการศึกษา และ
ยังมีปัญหาทาง ๆ เกิดขึ้นตามมาอย่างมากมาย เช่น การขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหา
สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เป็นต้น ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นปัญหาที่มนุษย์จะพยายามเรียนรู้ ปรับตัว หรือแก้
ปัญหาเหล่านั้น คนที่คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้เท่านั้นที่จะมีชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

การพัฒนาบุคคลให้สามารถแก้ปัญหาได้นั้น เป็นจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอน
ประการหนึ่ง โดยมุ่งให้พยายามหาวิธีที่ประสิทธิผลสูงสุดในการแก้ปัญหา (สิปปพันธุ์ เกตุทัต.
2518 : 16 - 31) ซึ่งตรงกับความเห็นของ ชัยพรหม จิตพงศ์ (2519 : 22) ที่กล่าวว่า
การพยายามเลือกหนทางที่เหมาะสมในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้น ความพอใจที่จะใช้วิธี
หรือกระบวนการคิดแก้ปัญหาใดนั้นขึ้นอยู่กับว่า บุคคลนั้นได้รับการอบรมอย่างไร อิทธิพลของการ
ฝึกฝนอบรมที่ต่างกันย่อมมีผลให้บุคคลมีความแตกต่างกันในการหาวิธีแก้ปัญหา และแน่นอนที่สุดการ
ที่บุคคลหาทางออกในการแก้ปัญหาที่ต่างกันย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพของผลที่ได้จากการแก้ปัญหา
นั้น ๆ ด้วย จะเห็นว่าแต่ละบุคคลมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน วิธีการหนึ่งที่จะพัฒนา
บุคคลให้สามารถแก้ปัญหาได้มากขึ้น คือ การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถดังกล่าว

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเน้นให้นักเรียนได้เรียนแบบสืบเสาะค้นหาหาคำตอบ
ด้วยตนเอง ด้วยการทำกิจกรรมและทำการทดลองต่าง ๆ ตามวิธีการทำนองเดียวกับนักวิทยาศาสตร์
ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ หาข้อเท็จจริง ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สสว.
2529 : 2) ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการทำให้บุคคลนำไป
ใช้ในการแก้ปัญหา (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 63) แนวทางทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์จะเป็นสิ่งสำคัญ แต่พบว่าในปัจจุบันยังขาดการเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ ซึ่งผลการวิจัยของ กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2525 : 113) พบว่าเด็กทำข้อสอบทักษะโคเคแนต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนรวม แสดงว่า เด็กไม่ได้รับการพัฒนาทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร เหตุผลประการหนึ่งมาจากครูสอนยึดเนื้อหามากเกินไป และสอนทักษะที่มีอยู่ในแบบเรียนและคู่มือครู ไม่ค่อยให้นักเรียนเห็นถึงการนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่จะช่วยเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว คือ การจัดทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด โดยเฉพาะการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง การเป็นต้นทางสังเกต รู้จักรวบรวมข้อมูล การอภิปรายซักถามระหว่างเพื่อนนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน การตัดสินใจต่อการแก้ปัญหาโดยยังมีเหตุผล อย่างไรก็ตาม กิจกรรมทาง ๆ ดังกล่าวนี้อาจส่งผลกระทบต่อการพัฒนาทักษะเมื่อครูตั้งคำถามที่ดี ดังนั้น ครูจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนการตั้งคำถาม เพื่อให้สามารถนำนักเรียนไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ (สสวท. 2529 : คำแถลง) คำถามที่ดีและเหมาะสมในชั้นเรียนจะเป็นเทคนิคสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ (อนันต์ จันทร์แก้ว, 2523 : 6)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน และการทดลองโดยเน้นการใช้คำถามประเภทต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองครู เป็นเพียงผู้จัดสถานการณ์หรือผู้ชี้แนะและเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการต่าง ๆ ที่พึงประสงค์เท่านั้น ซึ่งการเรียนการสอนตามแนวนี้มีความเหมาะสมและมีแนวโน้มในทางที่จะประสบผลสำเร็จ แต่ก็จะคงมีปัญหาเสมอ คือ ครูจะพยายามสอนตามแนวการสอนในคู่มือครูของ สสวท. ที่สอนเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง พบว่านักเรียนจะไม่พยายามใช้ความคิด และไม่สามารถจะคิดอะไรได้ถ้าครูไม่เปิดโอกาสหรือจัดกิจกรรมให้นักเรียนคิด การอภิปรายนั่นเองที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความคิดประกอบด้วยเหตุผล ใค้อภิปรายขอบเขตของปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา อภิปรายการทดลองจนกว่าจะด้วยตนเอง จะเป็นการพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนให้รู้จักวิธีคิดแก้ปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์ มีนิสัยใฝ่หาความรู้ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ รักการทำงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะ มีความซื่อสัตย์สุจริต การเรียนรู้เกิดได้หลายทางไม่ได้มาจากการถ่ายทอด

นักเรียนทุกคนก็เป็นแหล่งของความรู้ที่สำคัญ ดังนั้นถ้าครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนอภิปรายกันเอง อาจจะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น เพราะการปล่อยให้ นักเรียนถ่ายทอดความรู้กันเองนั้นก่อให้เกิดความเข้าใจได้มาก เพราะเป็นการคุยกับเพื่อนฝูงวัยเดียวกัน ช่วยในการสื่อความหมายได้มากขึ้น (Allen. 1976 : 371) นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมการอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกันเองเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดและเรียนรู้มากขึ้น รู้จักช่วยเหลือตนเองในการเรียน รวมทั้งมีความรับผิดชอบต่อการทำงานมากยิ่งขึ้นด้วย (ถนอมจิตต์ เสงมา. 2525 : 63 - 64) ฉะนั้นในการเรียนการสอนจึงควรจัดกิจกรรมการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านการคิด ทำความเข้าใจบทเรียนได้กระจ่าง ชัดเจนยิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวมาแล้ว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างแบบฝึกเพื่อให้นักเรียนใช้ร่วมกัน อภิปรายในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เปรียบเทียบกับการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนว่าการเรียนทั้งสองแบบจะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนกับการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนกับการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ได้แนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ทราบแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ จำกัดอยู่ในขอบเขตของประชากร กลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรที่จะศึกษา ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนทุ่งตะโกวิทยา ตำบลทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2531 จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียน 96 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนทุ่งตะโกวิทยา ตำบลทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร จำนวน 64 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายแบบจับฉลาก จากนั้นจับฉลากแยกอีกครั้งหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 32 คน

3. ระยะเวลา

เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 โดยใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยสอนเองทั้งสองกลุ่ม

4. ตัวแปรที่จะศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ลักษณะการสอน ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

4.1.1 การสอนโดยใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

4.1.2 การสอนโดยการอธิบายระหว่างครูกับนักเรียน

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนโดยการให้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หมายถึง การสอนที่ครูมุ่งให้นักเรียนคิดค้นหาความรู้ด้วยการอธิบายร่วมกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเป็นราย

กลุ่ม โดยอธิบายไปตามแนวคำถามในแบบฝึก เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบและข้อสรุปของบทเรียน มีขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่สำคัญ ดังนี้

1.1 ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์จากแบบฝึก แล้วร่วมกันอธิบายภายในกลุ่มตามแนวคำถามที่ให้อยู่ เพื่อนำไปสู่การทดลอง

1.2 ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

1.3 ขั้นอธิบายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันอธิบายเป็นรายกลุ่มตามแนวคำถามในแบบฝึก เพื่อนำเอาผลลัพธ์จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุป ตรวจสอบสมมติฐาน และนำผลลัพธ์สรุปเป็นความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน

2. การสอนโดยการอธิบายระหว่างครูกับนักเรียน หมายถึง การสอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบาย เพื่อหาคำตอบและข้อสรุปของบทเรียน มีขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่สำคัญ ดังนี้

2.1 ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายปัญหาตามแนวคำถามในแบบเรียนและคู่มือครู วิธีการทดลอง และข้อควรระวังในการทดลอง

2.2 ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน

2.3 ขั้นอธิบายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายไปตามแนวคำถามในแบบเรียนและคู่มือครู เพื่อสรุปการทดลองเป็นความรู้ใหม่

3. แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หมายถึง แบบฝึกที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบโดยการอธิบายร่วมกันเป็นรายกลุ่ม เพื่อให้ได้คำตอบหรือข้อสรุปตามแนวคำถามที่ให้อยู่ ซึ่งคำถามที่ให้อยู่จะเน้นการนำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป และคำถามนำไปสู่การนำไปใช้ รายละเอียดของแบบฝึก ประกอบด้วย

3.1 ชื่อเรื่อง

3.2 สถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาในการทดลอง

3.3 คำถามอธิบายก่อนการทดลอง

3.4 ช่องว่างสำหรับบันทึกผลการทดลอง

3.5 คำถามอภิปรายหลังการทดลอง

3.5.1 คำถามนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

3.5.2 คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมด้านความรู้และความคิดที่บุคคลใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ ซึ่งสามารถวัดได้จากคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของ อุกฤษ บุนนาคี (2529 : 79 - 86) ความสามารถนี้ประกอบด้วย

4.1 ขั้นในการตั้งปัญหา หมายถึง ขั้นในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

4.2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ที่กำหนด

4.3 ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วเสนอออกมาในรูปวิธีการ

4.4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ขั้นในการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้น ว่าผลลัพธ์ในการแก้ปัญหาจะเกิดผลอย่างไร

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากความสามารถในการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม ซึ่งยึดแนวของ ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 25 - 26) โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

5.1 ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้อยู่แล้วในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน

5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่งได้

5.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้ที่ได้ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้อยู่แล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในวิถีประจำวัน

5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การคำนวณ การพยากรณ์ การจัดการทำและสื่อความหมายข้อมูล การดึงความึกเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและความคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ตาราง 1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

การสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน	การสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน
1. ครูเสนอสถานการณ์หรือปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหาในการทดลอง 2. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง 2.1 นักเรียนอภิปรายร่วมกันเป็นรายกลุ่มไปตามแนวคำถามในแบบฝึก 2.2 นักเรียนเสนอผลการอภิปรายโดยใช้แผ่นโป่งใสเพื่อตรวจสอบผลการอภิปรายของกลุ่มและได้สมมติฐานในการทดลอง 3. ขั้นทดลอง นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนในแบบเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น 4. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง 4.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเป็นรายกลุ่มตามแนวคำถามในแบบฝึก เพื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายข้อมูล สรุป ตรวจสอบสมมติฐาน 4.2 นักเรียนร่วมกันอภิปราย สรุปผลที่ได้เป็นความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน	1. ครูเสนอสถานการณ์หรือปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหาในการทดลอง 2. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง 2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาตามแนวคำถามในแบบเรียนและคู่มือครู วิธีการทดลอง ขอความร่วมมือในการทดลอง 3. ขั้นทดลอง นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนในแบบเรียน 4. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง - นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันอภิปรายไปตามแนวคำถามในแบบเรียน เพื่อสรุปผลการทดลองเป็นความรู้ใหม่

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดแบ่งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกได้ ดังนี้
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสาร เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสาร เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสาร เกี่ยวกับคำถาม
4. เอกสาร เกี่ยวกับแบบฝึก
5. เอกสาร เกี่ยวกับการอภิปราย
6. เอกสาร เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปราย
3. งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม
4. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา

เอกสาร เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น สามารถกระทำได้อายัติ แต่จะวิธี
จะพยายามจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ในการสอนวิทยาศาสตร์ ที่เน้นทั้งเนื้อหาสาระ
ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามวิธีการสอนแต่ละอย่างย่อมมีจุดอ่อนอยู่
จึงจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ดังกล่าว ปัจจุบันนี้พบว่า วิธี
สอนที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งใ้แก่นักการศึกษา
หลายคนได้กล่าวถึงความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2517 : 125) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้เอาเอง ในที่สุดผู้เรียนก็จะค้นพบความรู้เองซึ่งได้ค่าตอบแทนเหมือนกับที่ครูบรรยายหรือเหมือนกับที่เขียนไว้ในหนังสือตำรา

อนันต์ จันทร์แก้ว (2523 : 6) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาโดยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ไชศรี อารมย์กัน และ บุญจรรณ กองศิริ (2525 : 5 - 7) ได้ให้ความเห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมสำคัญ คือ การทดลอง การใช้คำถาม

ซันด์ และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 53 - 55) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective) อยากรู้ อยากเห็น ใจกว้าง

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้รู้จักเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล สามารถแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้คำถาม และการทดลองเป็นสื่อสำคัญในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และช่วยปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับทั้งตัวความรู้ ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบอย่างแท้จริง

หลักจิตวิทยาพื้นฐานที่สนับสนุนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มี 3 ข้อ คือ (สวัธน นิยมคา. 2517 : 125 - 126)

1. ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นหาความรู้นั้น ๆ มากกว่าออกไข
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุดเมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้เด็กเรียนอยากเรียนไม่ใช่บังคับ และผู้สอนจะทองจกกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นหาแผนที่จะให้นักเรียนเกิดความฉะเหว

3. วิธีการสอนของครูจะทองส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสให้นักเรียนได้มีการใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

จากหลักจิตวิทยาคังกล่าวจะเห็นได้ว่า นักเรียนจะเรียนรู้ได้เมื่อใดลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีโอกาสเข้าร่วมในการเรียนตลอดเวลา ทั้งในการทดลอง การอภิปรายเกี่ยวกับการทดลอง ทดลอง แก้ปัญหา และให้ลงมือทำงานเองให้มากที่สุด

ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คาร์น และ ซันด์ (สมสุข ชีระพิพิธ. 2526 : 48; อ้างอิงมาจาก Carin and Sund. 1975) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยพิจารณาในแง่ของกระบวนการไว้ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์ หรือปัญหาจากเนื้อหา
 2. ตั้งสมมติฐาน
 3. ออกแบบการทดลอง
 4. ทดสอบสมมติฐาน
 5. เขียนข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน
- ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

การสร้างสถานการณ์ หรือปัญหาจากเนื้อหา อาจจะกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้การอภิปราย การสนทนา การซักถาม การเล่นเกมการ และการใช้อุปกรณ์ประกอบการอภิปราย สถานการณ์หรือปัญหาคควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัว ถึงความสนใจของนักเรียนและสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานจะทองอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในชั้น
แรกเป็นหลัก โดยใช้คำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่การคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

การออกแบบการทดลอง ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลอง
และระบุถึงวิธีการในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ครูและนักเรียนช่วยกันตั้งไว้

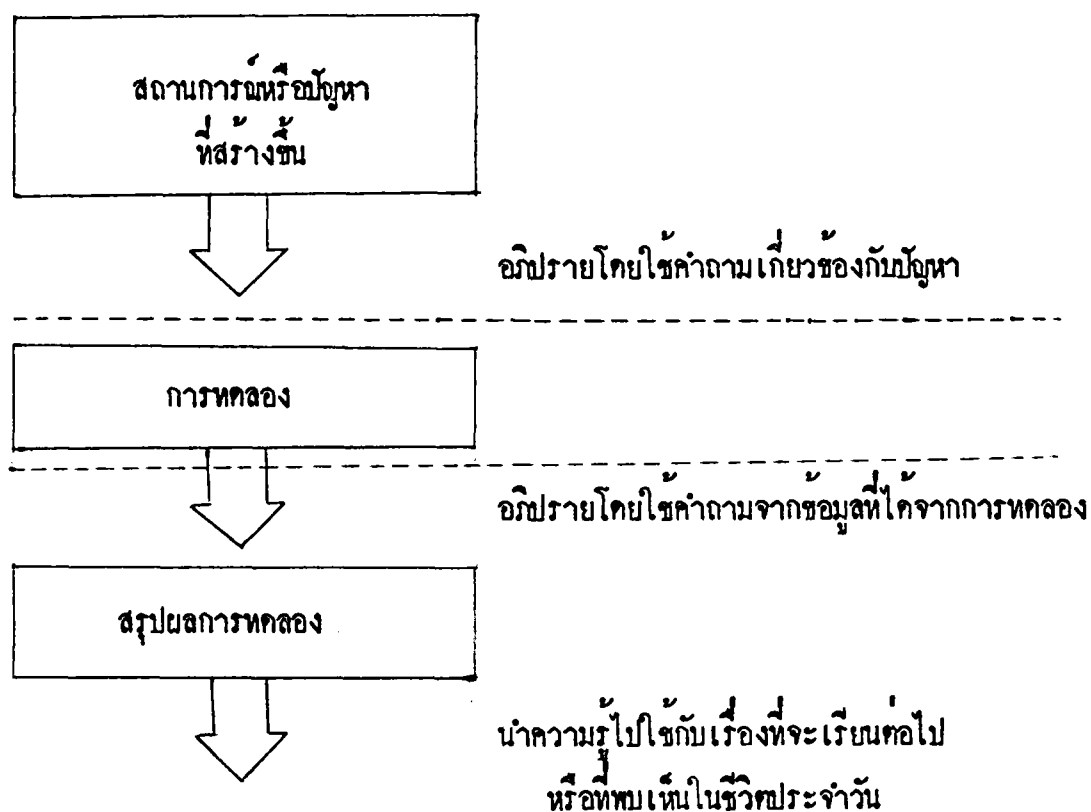
การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นนี้ได้แก่ การทำการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการ
ทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น อาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาของตน และควรจะมีคำตอบที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้
ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

คณะกรรมการการพัฒนากการสอนและนิตยสารการสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหา
วิทยาลัย. 2525 : 116 - 120) ได้เสนอกิจกรรมสำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหา
ความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปรายและการทดลอง และอาจแบ่งขั้นตอน ได้ดังนี้

- ✓ 1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
- ✓ 3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

✓ การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสม
แล้ว จะช่วยฝึกและปลูกฝังให้เด็กใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับ
ความคิดของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนับถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์
แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแนวทางไปสู่การฝึกให้เด็กได้พัฒนาทักษะกระบวนการทาง
ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่การทดลองและอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นต้อง
จะใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้น กับเรื่องที่จะ
ทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้
คำถามถามครูหรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ ซึ่งการสอนนี้แสดงได้ในรูปแบบของแผนภูมิ ดังนี้



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในภาพประกอบ สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของเนื้อหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา สถานการณ์หรือปัญหาควรอยู่ใกล้ตัว ถึงจุดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอธิบายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามของสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ทั้งไว้ แนวอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผล โดยเมื่อนักเรียนออกเป็นกลุ่มหาความเหมาะสมครูมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ

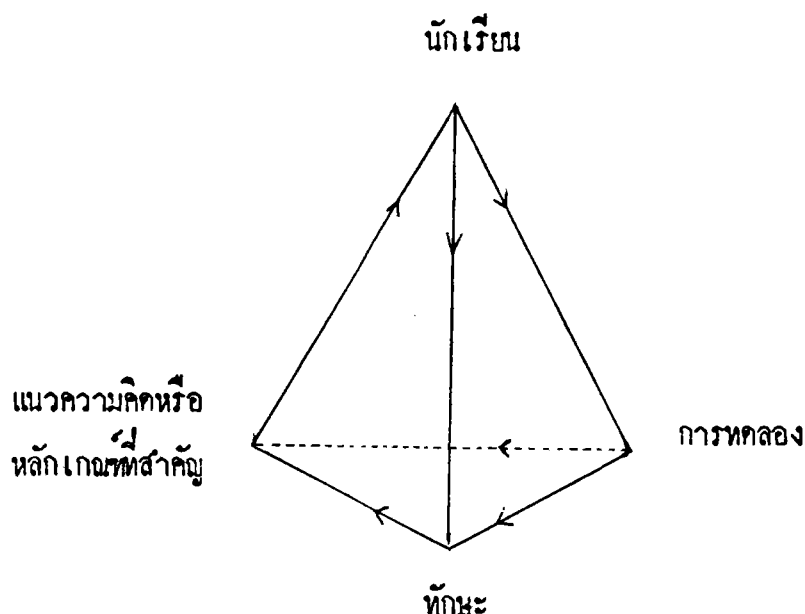
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาข้อสรุปในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ดีให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบของ สสวท. (ม.ป.ป. : 1 - 5) จำเป็นต้องอาศัยกิจกรรมต่อไปนี้ คือ

1. การทดลอง

2. การอภิปรายคำถามระหว่างครูกับนักเรียน

การทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนการสอน วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ ต้องการให้นักเรียนค้นพบคำตอบและสรุปได้ด้วยตนเอง ตลอดจนมองเห็นปัญหาเมื่อผลการทดลองแตกต่างไปจากของคนอื่น จะเห็นได้ว่า ในระหว่างการทดลองนักเรียนได้ใช้ทักษะการสังเกต การใช้คำชี้แจง การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปราย และการสรุป ซึ่งจะนำนักเรียนไปสู่แนวคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ แม้ว่าผลการทดลองของนักเรียนจะต่างไปจากของเพื่อน ๆ นักเรียนก็จะหาเหตุผลซึ่งได้จากการสังเกตอย่างละเอียดถี่ถ้วนในการทำทดลองนั้นเองมาอธิบายได้ว่าเป็นเพราะเหตุใด ความสำคัญของการทดลองที่มีต่อการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจจะเขียนเป็นแผนภาพได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 ความสำคัญของการทดลองในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้โดยวิธีนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากจะทำให้เกิดการเรียนรู้แล้ว ยังเกิดความเข้าใจและจำได้ดีกว่าการนั่งฟังครูพูด นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนที่ช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกด้วย

กิจกรรมสำคัญอย่างหนึ่งก็คือ การอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน การที่จะดึงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนได้นั้น ครูจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนคิดสงสัย และสนใจอยากรู้คำตอบ การที่ไม่รู้คำตอบมาก่อนนี้เองเป็นหนทางหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนอยากสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ทุกแขนงของ สสวท. เป็นแบบที่นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งคำถามเป็นปัญหา และเสนอแนะการทดลอง พร้อมทั้งให้แนวคำถามประกอบเพื่อจูงให้นักเรียนไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นการสอนแบบนี้ครูเป็นผู้นำอภิปราย โดยตั้งปัญหาเป็นลำดับแรก ลำดับต่อไปเป็นการอภิปรายก่อนการทดลอง นักเรียนทำการทดลอง และตอนที่สำคัญก็คือ การอภิปรายหลังการทดลอง ในตอนนี้ครูต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อจะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวความคิด หรือหลักเกณฑ์สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ

สรุปแล้วลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. นี้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ (สมจิต สวชนไพบูลย์. น.ป.ป. : 112)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนปฏิบัติ

2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimal period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุน และเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะคอยเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถไขข้อสงสัยจากการทดลองซึ่งรวบรวมไว้มารูปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายเป็นข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจจะเป็นไปได้ ด้วยคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ ในตอนนี้นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวความคิดกว้างขวางยิ่งขึ้น

การสอนตามแนวของ สสวท. นี้ มีการใช้คำถามของครู เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องของ การเรียนการสอนที่กำหนดไว้ และเพื่อจะนำไปสู่แนวความคิดหรือหลักเกณฑ์สำคัญซึ่งครูผู้สอนจะต้องมีทักษะการใช้คำถาม

ในการสอนแบบนี้มีได้กำหนดให้ครู เท่านั้นที่เป็นฝ่ายตั้งปัญหามาให้นักเรียน แต่ต้องการจะให้ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถามและร่วมกันหาคำตอบ ครูมีหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช่ผู้ให้คำตอบ เมื่อนักเรียนมีข้อติดขัดตอนใดควรจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิด และพยายามแนะวิธีการเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามในการซักถามปัญหาของนักเรียนครูควรจะต้องฝึกให้นักเรียนรักษาระเบียบอันดีงามของห้องเรียนไว้ด้วย

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า การทดลองและการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ด้วยการค้นหาคำตอบเอง ไม่ใช่เป็นการท่องจำ และเป็นการเรียนรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ต่อไป การเรียนการสอน

แบบนี้จะไม่เน้นเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียว แต่จะพัฒนาทักษะต่าง ๆ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนมากกว่าจะเน้นรายละเอียดเล็กน้อยของเนื้อหาวิชา ฉะนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทุกแขนงของ สสวท. จึงได้นำเอาการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้

เอกสาร เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ฉะนั้นในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง มีโมเดล หลักการ กฎ และทฤษฎี ในการค้นคว้าทดลองจะส่งผลให้บุคคลสามารถฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติ และพัฒนาความคิด เช่น การสังเกต บันทึกข้อมูล ทั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง เป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้ เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ทพวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 58 - 59) ทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้มีหลายทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการจำแนกประเภท
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา
5. ทักษะการคำนวณ
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

รายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมีดังนี้ (สสวท. 2526 :

1 - 6)

1. การสังเกต (Observation) การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป
ข้อมูลที่ได้อาจแบ่งออกได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง
2. การวัด (Measurement) การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ
3. การจำแนกประเภท (Classification) การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ทั้งกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/time Relationship) สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง
ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง
ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา
5. การคำนวณ (Using Number) การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขของจำนวนที่นับได้มาหาคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้อจากการ

สังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไขว้แฉก วงจร กราฟ แผนภูมิ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Infering) การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้อีกจากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction) การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับ การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี มาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่องค์การควบคุม ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็สาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่องค์การควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะองค์การควบคุมให้เหมือนกัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่ทำให้ผลของการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

12. การทดลอง (Experimenting) การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์ และ/หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจจะต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมา แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ทักษะที่ 1 ถึง 8 และ ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ทักษะที่ 9 ถึง 13

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเกิดจากการปฏิบัติและจากการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ฉะนั้น ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะทอ้งใ้หนูเรียนไ้ทั้งความรู้ และมีทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ นั้น ๆ ทั่ว

✓ เอกสาร เกี่ยวกับคำถาม

การใช้คำถามในการ เรียนการสอนเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นใ้ให้นักเรียนไ้คิด คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund. 1971 : 23) ไ้คางงานวิจัยของไ้คนันและคน อื่น ๆ ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนของครู พบว่าครูใช้คำถามไ้โดยมีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อเร้าความสนใจและกระตุ้นใ้ให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการ เรียน
2. เพื่อประเมินผลการ เตรียมตัวของนักเรียนและตรวจสอบความเข้าใจในงานที่มอบหมาย หรือบทเรียนที่ผ่านมา

3. เพื่อวินิจฉัยถึงส่วนที่นักเรียนเรียนไ้ดีและเรียนอ่อน
4. เพื่อทบทวนและ/ หรือสรุปถึงสิ่งที่สอนไป
5. เพื่อส่งเสริมใ้มีการอภิปราย
6. เพื่อชี้แนะใ้ให้นักเรียนพบวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา
7. เพื่อกระตุ้นใ้ให้นักเรียนไ้แสวงหาขอมลด้วยตนเอง
9. เพื่อช่วยเหลือนักเรียนในการนำสิ่งที่เรียนมาแล้วไปใช้
10. เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนตามเป้าหมายและจุดประสงค์ของบทเรียน

✓ นอกจากนี้ นิพนธ์ จิตภักดิ์ (2517 : 30) ไ้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้คำถาม ในการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

1. ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนใ้รู้จักคิด อย่างรู้ และเต็มใจเข้าร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

2. ช่วยในการทบทวนและสรุปบทเรียน
3. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ช่วยพัฒนาความคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์ ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด ช่างถาม
5. ช่วยให้ทราบความคิดพื้นฐานของนักเรียนและเป็นประโยชน์ต่อการเรียน
6. ช่วยช่วยให้นักเรียนรู้จักใช้วิธีการของตนในการหาความรู้เพิ่มเติม
7. ช่วยในการประเมินผลการเรียนว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่

สำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูสามารถใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดในโอกาสต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ระหว่างการอภิปราย
2. ระหว่างปฏิบัติการทดลอง
3. ระหว่างสาธิตการทดลอง
4. ในการรายงานผลการทดลองของนักเรียน
5. ระหว่างที่มีการใช้สื่อทัศนวัสดุ
6. ใช้ในการประเมินผล

ในการใช้คำถามครูควรใช้คำถามอย่างมีจุดหมาย คำถามแต่ละคำถามต้องการให้นักเรียนได้คิดและพัฒนาความคิดไม่เหมือนกัน (Carin and Sund. 1971 : 111-112)

การใช้คำถามในการเรียนการสอนของครูควรคำนึงถึงหลักสามประการ คือ

1. ถามคำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง
2. หลีกเลี่ยงคำถามเกี่ยวกับความจำ
3. พยายามให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องกับคำถามในมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

จากจุดมุ่งหมายของการใช้คำถาม จะเห็นว่าเราสามารถจะใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ซึ่งถ้าเป็นคำถามที่ดีและเหมาะสมแล้วจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดและค้นพบความรู้ใหม่ ๆ อันเป็นจุดมุ่งหมายในการสืบเสาะหาความรู้ประการหนึ่ง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จำแนกคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูควรรู้จักออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ (ธงชัย ชิวปรีชา. 2521 : 65-67)

1. คำถามเพื่อการสังเกต เป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้ารับรู้สิ่งที่ตนสังเกต แล้วบรรยายเป็นภาษาที่สื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้
2. คำถามเพื่อการอธิบาย เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนนำเอาข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่มีอยู่ประกอบความรู้เดิมมาอธิบายปัญหาหรือปรากฏการณ์
3. คำถามเพื่อการสร้างสมมติฐาน เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้เดิมประมวลเข้ากับข้อมูลต่าง ๆ ที่อาจหาได้ในขณะนั้น
4. คำถามเพื่อการออกแบบการทดลองและความควบคุมตัวแปร เป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้ความสามารถด้านสังเคราะห์ คือการนำเอาความรู้และข้อมูลต่าง ๆ มาสัมพันธ์ปะติดปะต่อกันให้เกิดเป็นการทดลองที่สามารถทดสอบสมมติฐานที่ต้องการได้
5. คำถามเพื่อการนำความรู้ไปใช้ เป็นคำถามที่นักเรียนนำเอาความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เรียนรู้อยู่มาไปคิดแปลงใช้ในสถานการณ์ใหม่

กอสักกี ศรีน้อย (2527 : 23 - 27) ได้จำแนกคำถามตามธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. คำถามเกี่ยวกับเนื้อหา เป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาหรือตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

- 1.1 คำถามความรู้ความจำ หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้อยู่แล้วเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ กฎ หลักการ แนวคิด และทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์

- 1.2 คำถามความเข้าใจ หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องจำแนก อธิบายความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างกันออกไป รวมทั้งแปลความหมายจากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่งได้

- 1.3 คำถามการนำไปใช้ หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องอธิบายถึงการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2. คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีระบบ และสามารถปฏิบัติตามแนวคิดได้ ซึ่งใช้เป็นกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ

2.1 คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ โดยอาศัยความสามารถพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์ คิดในสิ่งที่ป็นรูปธรรม มีประจักษ์พยาน ข้อมูล และผลการทดลองให้เห็นเด่นชัด เพื่อใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 คำถามทักษะการสังเกต เป็นคำถามที่นักเรียนต้องไขรหัสสัมผัสตัวอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งห้อย่างเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือประสบการณ์ แล้วบรรยายออกมา เพื่อบอกลักษณะ สมบัติ และการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ โดยไม่ใช้ความรู้สึกของผู้สังเกตออกไป

2.1.1.1 คำถามเชิงและบรรยายสมบัติของวัตถุควยรหัสสัมผัส

2.1.1.2 คำถามบรรยายเชิงปริมาณของวัตถุโดยการกะประมาณ

2.1.1.3 คำถามบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2.1.2 คำถามทักษะการจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนนำข้อมูลที่ไ้จากการ สังเกต การวัด การทดลอง และแหล่งอื่น ๆ มา จักกระทำเสียใหม่ โดยการเรียงความถี่ จักสำคัญ จักแยกประเภท คำวนค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจข้อมูลที่ดียิ่งขึ้น การถามคำถามการจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมุ่งให้นักเรียนสามารถ

2.1.2.1 เลือกรูปแบบการเสนอข้อมูลใดเหมาะสม

2.1.2.2 ออกแบบการเสนอข้อมูล

2.1.2.3 บันทึกข้อมูลในตาราง แผนภูมิ แผนภาพ โดยการพูด

2.1.3 คำถามการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนอธิบายข้อมูลที่ไ้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เ้มาช่วย การถามคำถามการลงความเห็นจากข้อมูลเพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายหรือสรุปข้อมูลที่ไ้จากการสังเกตโดยตรง โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เ้มาช่วย

2.1.4 คำถามการพยากรณ์ หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องสรุปคำขอบ

สิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า หรือแนวโน้มที่เป็นจริงมากที่สุด โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นน้อย ๆ ข้อมูลจากการทดลอง หลักการ ทฤษฎี หรือกฎในเรื่องนั้น ๆ มาช่วย อาจจะพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ คำถามพยากรณ์เพื่อให้นักเรียนนำข้อสรุปจากการทดลองที่ผ่านมามาคาดคะเนคำตอบในเรื่องเดียวกันที่ยังไม่ทดลอง

2.2 คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นคำถามที่นักเรียนได้ฝึกคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรม อาศัยความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ด้าน มาผสมผสานกัน เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแก้ปัญหาในการเรียนและชีวิตประจำวัน ซึ่งประกอบควยคำถามต่อไปนี้

2.2.1 คำถามทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนสรุปคำขอลงความก่อนการทดลอง โดยการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ ฯลฯ คำถามการตั้งสมมติฐานต้องการให้นักเรียนสามารถ

2.2.1.1 สรุปคำขอลงความก่อนการทดลอง

2.2.1.2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามได้

2.2.2 คำถามทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง คำถามที่ให้นักเรียนกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐาน เพื่อการเข้าใจตรงกัน และสามารถทดลองได้

2.2.3 คำถามการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร หมายถึง คำถามที่ให้นักเรียนกำหนดวิธีการทดลอง การเลือกใช้เครื่องมือมาใช้ให้เหมาะสมกับตัวแปร รวมทั้งชี้แจงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควรควบคุม ในสมมติฐานหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข คำถามการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปรต้องการให้นักเรียนสามารถ

2.2.3.1 ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองให้เหมาะสมกับตัวแปร

2.2.3.2 เลือกใช้เครื่องมือและวิธีการใช้เครื่องมือในการทดลองได้อย่างเหมาะสม

2.2.3.3 ชี้แจงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมได้

2.2.3.4 กำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมได้

2.2.4 คำถามการตีความหมายจากข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องบรรยายลักษณะของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง หรือที่มีย่อย รวมทั้งบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรนั้น คำถามที่ความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของการให้นักเรียนสามารถ

2.2.4.1 บรรยายลักษณะ สมบัติ ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือที่มีย่อย

2.2.4.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือที่มีย่อย ในทัศนะของผู้วิจัย มีความเห็นสอดคล้องกับ กอศักดิ์ ศรีน้อย ที่จำแนกประเภทของ คำถามออกเป็น 2 ประเภท ดังกล่าว เพื่อให้เป็นไปตามธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ประกอบ ไปด้วยตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ผู้วิจัยได้แบ่งคำถามออกได้ ดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับเนื้อหา หมายถึง คำถามเกี่ยวกับความรู้หรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 คำถามความรู้ความจำ เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใคร่ครวญถึงสิ่งที่ได้ เรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ กฎ หลักการ แนวคิด และเหตุผลการทางวิทยาศาสตร์

1.2 คำถามความเข้าใจ เป็นคำถามที่นักเรียนจะต้องจำแนกความรู้ หรืออธิบาย ความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ที่แตกต่างกันออกไป รวมทั้งแปลความหมายจากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่งได้

1.3 คำถามการนำไปใช้ เป็นคำถามที่นักเรียนต้องอธิบายถึงการนำความรู้ วิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป ซึ่งส่วนมากเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2. คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำถามที่ถามแล้ว ต้องการให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีระบบ หรือสามารถปฏิบัติตามแนวคิดได้ ประกอบด้วย

2.1 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการสังเกต เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนสามารถใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ เพื่อหาข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ หรือประมาณจำนวนของสิ่งต่าง ๆ ออกมาได้

2.2 คำถามที่นำไปสู่การวัด เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนสามารถอธิบายวิธีวัด

เลือกเครื่องมือวัด ใช้เครื่องมือวัด และบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

2.3 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการจำแนกประเภท เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนสามารถแบ่งพวกสิ่งของ เรียงลำดับสิ่งของ โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเอง หรือตามเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ และสามารถบอกเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งของ และจัดลำดับสิ่งของที่ผู้อื่นจัดทำไว้แล้วได้

2.4 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการคำนวณ เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนสามารถนับจำนวน และนำตัวเลขที่ได้นับมาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย ได้

2.5 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนบอกความสัมพันธ์ระหว่างที่ว่างที่วัตถุครองที่กับเวลา โดยการบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ของสิ่งต่าง ๆ กับเวลา และการเปลี่ยนแปลงหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลา ได้

2.6 คำถามที่นำไปสู่การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรม ต่อไปนี้

2.6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

2.6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูล

2.6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

2.6.4 เปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลให้เข้าใจยิ่งขึ้น โดยวิธีเรียงลำดับ หาค่าเฉลี่ย แยกประเภท คำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปตาราง แผนภูมิ วงจร สมการ กราฟ ได้

2.6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระทำกรคิดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2.6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2.7 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นคำถามที่เมื่อถามแล้วนักเรียนจะต้องตอบโดยมีการสรุป หรืออธิบาย เกินข้อมูลที่ให้จากการสังเกตโดยตรง ซึ่งนักเรียนต้องเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป โดยใช้ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม และข้อมูลประกอบ

2.8 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการพยากรณ์ เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนสามารถทำนายผล เหตุการณ์ และสิ่งที่เกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูล ความสัมพันธ์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่เป็นแนวทาง

2.9 คำถามที่นำไปสู่การตั้งสมมติฐาน เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้จากสถานการณ์หนึ่ง ในการกำหนดคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่างของสถานการณ์เดิมนั้น หรือคำตอบที่ครูกำหนดข้อมูลแล้ว นักเรียนตั้งสมมติฐานจากข้อมูลนั้น

2.10 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นคำถามที่มุ่งเน้นให้นักเรียนกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมมติฐาน เพื่อการเข้าใจตรงกันและสามารถทดลองได้

2.11 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนกำหนดว่า ในการทดลองหนึ่ง ๆ จะต้องมีปัจจัยอะไรให้แตกต่างกัน จะต้องมีทิศทางอะไร และจะมีปัจจัยอะไรให้เหมือนกันบ้าง ซึ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่คงควบคุมได้

2.12 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการทดลอง เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนบอกวิธีการทดลอง และเลือกอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองได้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

2.12.1 คำถามเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง เป็นคำถามที่นักเรียนต้องบอกวิธีและขั้นตอนในการทดลอง และอุปกรณ์ในการทดลองให้เหมาะสมกับตัวแปร

2.12.2 คำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง เป็นคำถามที่นักเรียนต้องบอกวิธีการทดลองว่าต้องปฏิบัติตามอย่างไรบ้าง

2.12.3 คำถามเกี่ยวกับการบันทึกผลการทดลอง เป็นคำถามที่นักเรียนต้องบอกสิ่งที่จะต้องบันทึกในการทดลองนั้น

2.13 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นคำถามที่นักเรียนจะต้องบรรยายลักษณะของข้อมูลหรือตัวแปรนั้นอย่างมีเหตุผล

เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก

ในการสร้างแบบฝึกจะต้องมีหลักการในการสร้าง เพื่อให้ได้แบบฝึกที่ดี และสามารถนำไปใช้ใ้โครงการตามวัตถุประสงค์ ซึ่ง วรรณถ พ่วงสุวรรณ (2518 : 34 - 37) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบฝึก พอสรุปได้ ดังนี้

1. กิ่งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก
 - 3.1 ศึกษาปัญหาในการสอน
 - 3.2 ศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและจิตวิทยาพัฒนาการ
 - 3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
 - 3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก
 - 3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของการฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง
 - 3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามที่กำหนดไว้

บัณฑิต (นิเทศา กิจโร. 2530 : 40; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) ได้เสนอหลักการสร้างแบบฝึก ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษางานทางด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้ที่จะเรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในแบบฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
7. การประเมินผลจะประเมินผลอย่างไร

ในการสร้างแบบฝึก สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรหม (2522 : 52 - 62)

กล่าวว่า จะต้องมีหลักตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของชอร์นไค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่วและสามารถทำได้ดี (Law of Use) ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกหัดหรือทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมจะทำให้ทำได้ไม่ดี (Law of Disuse)

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึงว่า นักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถ และความสนใจ ต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป และควรมีหลาย ๆ แบบ

3. การจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึก และช่วยยั่วยุให้คิดตามต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

ฮาร์เรส (Harress. n.d. 93 - 94) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องแน่ใจในภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียน และสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการนำและทบทวนเอง ดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่าแต่ละแบบแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร

2. แบบฝึกที่จัดทำนั้นต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่า แต่ละแบบแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร

3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิดแต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร

4. ให้นักเรียนมีโอกาสทบทวนสิ่งที่เรากำลังกล่าวคุยการ แสดงออกทางความสามารถ และความเข้าใจลงในแบบฝึก

5. นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการ เรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงตามเป้าหมายที่สุด

ไพร์ทน์ สุวรรณแสน (2517 : 189 - 190) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดี ดังนี้

1. เกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2. เหมาะสมกับระดับวัย และระดับความสามารถของเด็ก

3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่จะช่วยให้เด็กเข้าใจวิธีทำให้ง่าย คำชี้แจงหรือคำสั่งจะทองกระทัดรัด
4. ใช้เวลาเหมาะสม คือไม่ให้เวลานานหรือเร็วเกินไป
5. เป็นที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถ

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2517 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำแบบฝึกจะต้องมีลักษณะ ดังนี้

1. ให้อรรถาธิบาย
2. ส่วนวนมาขยาย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาด้วยตนเอง

หลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน มีดังนี้ (Butts. 1974 : 2)

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจเสียก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าทำได้หรือไม่
3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่
5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
6. เกริ่นอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่จะใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้ว เพื่อศึกษาถึงปฏิกิริยา

ตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

จากเอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบฝึกโดยคำนึงถึงหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องของลักษณะของแบบฝึกที่ดีและเหมาะสมกับสภาพของนักเรียน โดยยึดหลักดังนี้

1. ลักษณะของแบบฝึก จะใช้คำถามที่เรียงจากง่ายไปหายาก
2. เหมาะกับวัยและความสามารถของนักเรียน

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหลายคน เพื่อช่วยกันคิด จะทำให้พบคำตอบได้เร็ว และรู้สึกสนุก ปฏอกความสนใจของนักเรียนได้
4. สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมที่จะทำการทดลอง เป็นการเร้าความสนใจของนักเรียน ให้สนใจการฝึกมากยิ่งขึ้น
5. ใช้เวลาไม่มากเกินไป
6. มีการเฉลยแบบฝึกหัดทุกครั้ง เป็นการให้ชมเชยนักเรียนในการตรวจสอบผลการปฏิบัติหน้าที่
7. นักเรียนได้แสดงความสามารถเต็มที่และทั่วถึงกันทุกคน
8. สามารถนำความรู้ที่เรียนมาแล้มาทบทวนแบบฝึกได้
9. สามารถฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง

เอกสาร เกี่ยวกับการอภิปราย

การสอนแบบอภิปรายเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วมในกิจกรรม เป็นการพัฒนาสติปัญญา (cognitive development) ของแต่ละคน เป็นความจริงที่ว่า เด็กจะไม่คิดและไม่สามารถคิดอะไรได้ถ้าครูไม่เปิดโอกาสหรือไม่จัดกิจกรรมให้เขาได้คิด การอภิปรายนี้เองที่ทำให้เด็กได้ใช้ความคิดเห็นของตนเอง ได้อภิปรายขอบเขตของปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา อภิปรายผลของการค้นคว้า ผลของการทดลองและอื่น ๆ อนึ่ง การอภิปรายยังเป็นการท้าทายเด็กให้ร่วมกันแก้ปัญหา ทำให้เด็กต้องค้นคว้าความรู้มาอภิปราย เพราะถ้าเด็กไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นอยู่บ้างก็ไม่สามารถอภิปรายได้ นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมการเคารพในเหตุผลของผู้อื่นและฝึกการทำงานแบบประชาธิปไตย (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2517 : 158)

- ✓ การอภิปรายที่ดีจะต้องประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้
1. จะต้องมีความมุ่งหมาย และความมุ่งหมายนี้จะต้องประเมินผลได้ทั่วๆ จะเน้นการรวบรวมข้อสรุปประเด็นเชิงพฤติกรรมลงไป
 2. การอภิปรายควรมีหลักฐานสำคัญ ๆ สนับสนุนจากแหล่งที่เชื่อถือได้
 3. เปิดโอกาสให้ทุกคนมีส่วนร่วม
 4. ทุกคนจะต้องเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น แม้ว่าจะขัดแย้งกับความคิดเห็นของตน

เมื่อของคณินถูกจะทองยอมรับว่าถูก

5. หัวข้อปัญหาที่จะอภิปรายควรจะสำคัญและมีความหมายสำหรับนักเรียนและชุมชน
6. การอภิปรายจะทองนำไปสู่ข้อสรุปอย่างใดอย่างหนึ่ง

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่ากิจกรรมการอภิปรายเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกและค้นหาคำตอบ ซึ่งตามแนวการสอนแบบสืบเสาะของหลวงมหาวิทยาลัย จะจัดกิจกรรมแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้เพื่อนำเข้าสู่ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล จนกระทั่งพบคำตอบหรือข้อยุติสำหรับปัญหานั้น ๆ (อำนาจ รุ่งรัศมี. 2525 : 168 - 171; อ้างอิงมาจาก สมจิต สมศักดิ์. 2519) รายละเอียดของขั้นตอน ๆ ของการอภิปรายเพื่อพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 เสนอปัญหา ซึ่งเป็นขั้นแรกของการแก้ปัญหา ปัญหาเกิดจากการสังเกตหรือได้รับข้อเท็จจริงบางประการ ฉะนั้นถ้าต้องการให้นักเรียนเกิดปัญหายังไรก็จะต้องให้นักเรียนสังเกตหรือได้ข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กับปัญหาที่ต้องการ หน้าที่ของครูในที่นี้คือ การเสนอข้อเท็จจริง หรือจัดสถานการณ์ของการเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสได้สังเกตข้อเท็จจริง เพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาค้นคว้าด้วยตนเอง แต่ครูอาจช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาหรือกำหนดปัญหาจากข้อเท็จจริงเหล่านั้นด้วยการอภิปราย ซึ่งอาจจะเป็นในรูปของคำถามก็ได้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถกำหนดปัญหา ยังไม่รู้สึกรู้ว่ามีปัญหา หรือยังไม่มีควมสงสัยอยากรู้อะไรที่เกี่ยวกับข้อมูลเหล่านั้น ก็อาจมีสาเหตุจากข้อใดข้อหนึ่งหรือสองข้อ ต่อไปนี้

ก. ข้อเท็จจริงที่นักเรียนได้รับมีน้อยเกินไป ไม่สัมพันธ์กับปัญหา หรือไม่สัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนซึ่งทำให้ไม่สามารถเข้าใจข้อมูลเหล่านั้น

ข. การอภิปรายไม่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหา ซึ่งจะเกิดจากการเตรียมการเรียนการสอน หรือประสบการณ์ในการใช้คำถามของครูก็ได้

ขั้นที่ 2 กำหนดสมมติฐาน เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายหาคำตอบที่อาจเป็นไปได้หรือตั้งสมมติฐาน แต่ถ้านักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ก็อาจเป็นไปได้ว่า

ก. นักเรียนไม่เข้าใจปัญหาซึ่งอาจเนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่สัมพันธ์กับ

ปัญหา

ข. ปัญหานั้นยากเกินไปสำหรับนักเรียน

ค. ปัญหานั้นมีไ้มาจากนักเรียน หรือไม่ใช่ปัญหาที่นักเรียนยอมรับ แต่เกิดจากการยึดเยี่ยมนักเรียน

ควรให้นักเรียนอธิบายเพื่อหาสมมติฐานให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และควรจะมีหลายข้อ ซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลจากข้อเท็จจริงบางประการในการตั้งสมมติฐาน ไม่มองปัญหาเพียงด้านเดียว ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นโดยปราศจากการไตร่ตรอง สมมติฐานแต่ละข้อมีคุณค่าแตกต่างกัน ควรให้นักเรียนอธิบายข้อดี ข้อเสีย หรือประเมินผลสมมติฐานทาง ๆ เหล่านั้นในทางต่าง ๆ เช่น

- การใช้โดยคำจำกัดความหรือไม่
- สัมพันธ์กับข้อเท็จจริงหรือไม่
- สัมพันธ์กับประสบการณ์หรือไม่
- แนวทางการตรวจสอบเพียงใด

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบสมมติฐาน เมื่อทั้งสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปก็คือ ตรวจสอบสมมติฐาน ซึ่งเป็นขั้นที่จะต้องหาข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อยืนยันว่าสมมติฐานเหล่านั้นเป็นไปได้เพียงใด การตรวจสอบสมมติฐานอาจทำได้ 3 วิธี คือ

- ก. โดยการหาข้อมูลเพิ่มเติม
- ข. โดยการทำนายข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ล่วงหน้า
- ค. โดยการทดลอง ในการทดลองนั้นจะต้องมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผล

ต่อการเปลี่ยนแปลงซึ่งเรียกว่าตัวแปร

ในขั้นของการตรวจสอบ ควรควรให้นักเรียนได้วางแผนในการตรวจสอบสมมติฐานหรือถ้าทำได้ก็ให้ดำเนินการตรวจสอบจนได้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง นักเรียนจะมีโอกาสอธิบาย เพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผน วิธีดำเนินการทดลองจนการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อที่มีคุณค่า

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปหรือลงความเห็น ซึ่งเป็นขั้นที่มีการแปลความหรืออธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ไ้กับสมมติฐานที่วางไว้ ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ตัดสินว่าจะยอมรับ

รับสมมติฐานหรือไม่ หรือควรปรับปรุงสมมติฐานอย่างไร จึงเป็นขั้นที่นักเรียนควรจะได้อภิปราย เพื่อแสดงความคิดเห็นและตัดสินใจอย่างเต็มที่

✓ อย่างไรก็ตามแนวทางการสอนแบบอภิปรายจะมีหลักการที่ มีแนวโน้มว่าจะประสบความสำเร็จ แต่ที่พบว่ามักจะเกิดปัญหาคือ นักเรียนไม่ค่อยอยากแสดงความคิดเห็นเพราะกลัวผิด นักเรียนไม่ชอบตอบ หรือนักเรียนอยากจบบทของครู เพื่อจะนำไปท่อง ปัญหาดังกล่าวนี้อาจจะเกิดขึ้นจากครู หรือนักเรียนก็ได้ แต่ครูผู้สอนควรจะหาแนวทางในการสอนแบบนี้ให้เสียก่อน จากการเสนอแนะของ สมจิต สมิตพิณ (อำนวยการ รุ่งรัศมี. 2525 : 172 ; อ้างอิงมาจาก สมจิต สมิตพิณ 2519) ถึงแนวทางของครู ดังนี้

1. สร้างบรรยากาศในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกอบอุ่น เช่น แสดงให้เห็นว่ามีอารมณ์ดี เยือกเย็น เปิดเผย และมีความกระตือรือร้น
2. ให้ความสำคัญแก่นักเรียน
3. ทบทวนหรือเน้นคำตอบของนักเรียนที่เห็นว่าความคืบหน้าจะเป็นทางนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือนำไปสู่แนวทางใหม่ที่ดีกว่า
4. พยายามจำความคิดเห็นของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความคิดเห็นที่สำคัญและแสดงลำดับขั้นของความคิด ในการนี้ครูควรจะต้องเชื้อเชิญความคิดเห็นเหล่านั้นด้วย
5. ให้ออกาสให้นักเรียนทุกคนได้ตอบหรือแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึง
6. ชมเชยนักเรียนที่เป็นผู้ที่ ที่สามารถติดตามความคิดเห็นของเพื่อนและคอยท้วงติงเมื่อเห็นว่าครูหรือเพื่อนให้ความเห็นที่ไม่ถูกต้อง
7. ให้ความแก่นักเรียนได้คิดหาคำตอบหรือแสดงความคิดเห็น ไม่เร่งให้นักเรียนให้คำตอบทันทีที่ครูตั้งปัญหา ในระหว่างที่มีการอภิปรายอาจมีเวลาเงียบสั้น ๆ สำหรับคิด โรว์ (Rows) ได้เสนอว่าเวลาสำหรับคอยให้นักเรียนคิดอาจจะอยู่ในระหว่างประมาณ 5 วินาที
8. ครูจะต้องมีใจกว้าง ถึงแม้ครูจะไม่เห็นด้วยกับคำตอบของนักเรียน ก็ไม่ควรปฏิเสธหรือบ่งชี้ถึงให้นักเรียนตอบอย่างที่ครูต้องการ การสอนแบบอภิปรายจะล้มเหลวทันทีที่นักเรียนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือเข้าใจ ไม่ว่าจะเป็นความคิดเห็นที่ผิดหรือถูกต้องก็ตามก็ตาม เพราะอย่างน้อยก็แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีเหตุผลที่ตรงจากไหนของความรู้ ครูไม่ควรทำตัวเป็นผู้ตัดสินว่าอะไรคือความถูกต้อง หรืออะไรคือสิ่งที่ผิด เป็นหน้าที่ของนักเรียนที่จะตัดสินว่าความคิดของเขาผิดหรือถูก

ส่วนครูมีหน้าที่เพียงช่วยให้นักเรียนได้ปะทะกับข้อมูลที่มีคุณค่าต่อการตัดสินใจของนักเรียน

จะเห็นว่าในการสอนให้มีการอภิปรายนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ครูเป็นเพียงผู้คอยควบคุมและชักจูงหรือปัญหาให้นักเรียนมาอภิปรายเท่านั้น ทั้งนี้ถ้าครูได้จัดปัญหาที่มีความชัดเจนให้นักเรียนได้อภิปรายกันเอง ก็น่าจะทำให้ผลของการอภิปรายประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น

เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา

กมลรัตน์ หล้าสงฆ์ (2528 : 259 - 261) ได้อธิบายเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้ การแก้ปัญหามีถึงประสพการณ์เริ่มจากการเรียนรู้ทั้งทางตรง (มีผู้บรมสั่งสอน) และทางอ้อม (เรียนรู้ด้วยตนเอง) มาแก้ปัญหาใหม่ทีละขั้น ซึ่งการแก้ปัญหานั้นแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือได้ผลก็ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ระดับความสามารถของตัวปัญหา ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง ย่อมสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ

2. การเรียนรู้ ในการแก้ปัญหาได้สำเร็จและรวดเร็วเกิดจากการที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สามารถจับหลักการทาง ๆ ในขณะเรียนรู้ไว้ได้อย่างเข้าใจตรงตาม เมื่อประสบกับปัญหาเช่นนั้นอีกหรือปัญหาที่คล้ายคลึงกันจะแก้ปัญหาได้รวดเร็วถูกต้อง

3. การรู้จักคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล โดยอาศัยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ข้อเท็จจริงและความรู้จากประสบการณ์เดิม

3.2 จุดมุ่งหมายในการคิดและการแก้ปัญหา

3.3 ระยะเวลา การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลจำเป็นต้องอาศัยเวลา ทั้งนี้เหตุผลมักจะต้องใช้ระยะเวลาสักระยะหนึ่งเมื่อประสบปัญหา เพื่อไต่ตรองหาเหตุผลที่ถูกต้องในการแก้ปัญหา

วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหามักแตกต่างกันออกไป แล้วแต่ประสบการณ์ของผู้เรียนและสภาพการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

1. การแก้ปัญหาโดยใช้พฤติกรรมแบบเดียว

2. การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก

3. การแก้ปัญหาโดยเปลี่ยนแปลงทางความคิด

4. การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สำหรับการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหานี้ถือว่าเป็นระดับที่สูงสุดและใช้ได้ดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาที่ยาก ซับซ้อน การแก้ปัญหาคับวิธีนี้จะทองอาศัยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. ระดับความรู้ปัญหา โดยต้องมีระดับความรู้ปัญหาย่อยระดับปกติขึ้นไป

(I.Q. = 90 - 109)

2. การคิดแบบมีเหตุผล คือรู้จักโครงสร้างสภาพต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าจะอะไรเป็นเหตุและทำให้เกิดผลอะไรบ้าง

3. ประสิทธิภาพเดิม ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

4. เวลาในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาวินิจฉัยจำเป็นต้องทองอาศัยเวลาเพื่อโครงสร้างเหตุผล ทั้งสมมติฐาน และทดสอบสมมติฐานก่อนนำไปใช้แก้ปัญหาลงจริง ๆ ซึ่งมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาคงนี้

1. พิจารณาปัญหา โดยอาศัยการสังเกต

2. ตั้งสมมติฐานจากประสิทธิภาพเดิมต่าง ๆ

3. ทดสอบสมมติฐาน

4. คงสมมติฐานที่ถูกต้องไว้ แต่ถ้ามืดให้คัดสมมติฐานเดิมทิ้งไป ย้อนกลับไปพิจารณาปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานขึ้นใหม่

5. นำสมมติฐานที่ดีที่สุดไปใช้ อาจเป็นการใช้ทั้งหมด หรือประยุกต์ไปใช้เฉพาะบางส่วนที่เหมาะสมกับสภาพปัญหา

วิธีการแก้ปัญหาคงเกิดขึ้นได้นั้น พยอม คัมภีร์ (2524 : 42) กล่าวว่า ทองอาศัยกฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้วช่วยในการแก้ปัญหาคง การแก้ปัญหาคงแก้โดยการสอน โดยการบอกวิธีให้ อย่างไรก็ตามส่วนประกอบที่จะช่วยในการแก้ปัญหาคงคือ การใช้กฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ดังนั้นการแก้ปัญหาคงคือ กระบวนการซึ่งผู้เรียนคองส่วนที่เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาคงในสถานการณ์ต่าง ๆ

- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2520 : 4 - 5) อธิบายระบบการแก้ปัญหาคงตามขั้นตอนของ

System Approach คงนี้

1. ชั้นนิยามปัญหา เป็นขั้นของการวิเคราะห์ วิจัย วิพากษ์ ในรูปของแต่เสียก่อนว่า ปัญหาที่ทองแก้ไขคืออะไร

2. ชั้นตั้งวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหานั้น ๆ ว่าจะสัมฤทธิ์ผล ทางด้านใด มีปริมาณมากน้อยเพียงใด และมีคุณภาพสูงต่ำเพียงใด วัตถุประสงค์ของมีความชัดเจน

3. ชั้นสร้างเครื่องมือวัดคอยตรวจสอบ

4. ชั้นเลือกหาวิธีการปฏิบัติ เป็นการค้นหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะดำเนินการไปสู่เป้าหมาย ที่วางไว้ มองหาหลาย ๆ ทาง หลาย ๆ แนว หลาย ๆ มุม ใจกว้าง และเป็นธรรมชาติพิจารณา ข้อดี ข้อเสีย ทุกแง่มุม ตลอดจนข้อจำกัดต่าง ๆ

5. ชั้นเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาดำเนินการ เป็นขั้นต่อจากขั้นที่ 4 วิพากษ์วิจารณ์ถึงวิธีการต่าง ๆ แล้วสรุปเอาวิธีการที่ดีที่สุดของปฏิบัติ

6. ชั้นการทดลอง เมื่อเลือกวิธีการแล้วก็ลงมือปฏิบัติตามวิธีการนั้น

7. ชั้นวัดผลและประเมินผล เพื่อทำการทดสอบปฏิบัติแล้วนำเครื่องมือในขั้น 3 มา ประเมินค่า ตรวจสอบเป้าหมายเพียงใด บอกหรืออย่างไร จะปรับปรุงแก้ไข

จากจุดมุ่งหมายทางการศึกษา แบ่งออกเป็นหกชนิด คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า (Bloom. 1956 : 62)

จากการอธิบายความหมายของแต่ละจุดประสงค์ของการศึกษา บลูมชี้ให้เห็นว่า ขั้นตอนของ ขบวนการคิดแก้ปัญหา มีอยู่หกขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้พบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเคยเห็นและเกี่ยวข้องกับ ปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะไขประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้น

ขั้นที่ 3 การจำแนกแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การนำข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ บลูม (Bloom. 1956 : 122) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ความสามารถทางสมองที่นำมาใช้คิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 4 เป็นส่วนของการนำไปใช้ (Application)

ขั้นที่ 5 และ ขั้นที่ 6 เป็นส่วนของความเข้าใจ (Comprehension) ส่วนความรู้-ความจำ (Knowledge) นับว่าเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการคิดแก้ปัญหา สำหรับความสามารถในการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถทางสมองอีกอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 3

ความรู้-ความจำ นับว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการคิดแก้ปัญหา (Ausubel. 1968 : 548) และเป็นเงื่อนไขแห่งสำหรับศึกษาวิธีการแก้ปัญหา (Cronbach. 1963 : 42) เมื่อผู้เรียนได้พบปัญหา ผู้เรียนจะนึกถึงความรู้อย่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Crow. 1956 : 310, Kolesnik. 1970 : 208)

ความเข้าใจ บุคคลที่จะสามารถแก้ปัญหาได้นั้น ต้องเข้าใจถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เข้าใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของปัญหา สามารถนำสิ่งที่เกี่ยวข้องมาใช้อธิบายความหมายของปัญหาได้ (Crow. 1956 : 313, Wilson. 1969 : 240)

การนำไปใช้ บุคคลที่คิดแก้ปัญหาได้สำเร็จนั้น จะต้องรู้จักประยุกต์ความรู้ ภูมิทัศน์ หลักการ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ตรงกับสภาพและคุณลักษณะของปัญหา ซิมอน วิดสัน แกรี่ และ คิงสเลย์ (Simon. 1963 : 133, Wilson. 1969 : 240, Garry. and Kingsley. 1970 : 466) ได้อธิบายสอดคล้องกันว่า ในขั้นตอนการคิดแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยการประยุกต์ความรู้ในรูปของการวิเคราะห์ให้เข้ากับลักษณะของปัญหา การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสมกับปัญหาในสถานการณ์จริง

บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 123 - 127) ได้ศึกษาวิธีการคิดแก้ปัญหาและได้สรุปว่าการคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้นต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิงและจำแนกประเภทของสิ่งเร้า ประสมการนับรูปร่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการการจัดประเภทที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ขั้นรู้จำปัญหา (Problem isolation) เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้ถึงเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา
2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน (Search for cues) เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสมการณ์เดิม
3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (Confirmation check) ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกแยะโครงสร้างของเนื้อหา

4. การตัดสินใจบนข้อมูลที่สอดคล้องกับปัญหา

วิธีการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Dewey's Problem Solution (กึ่งฟ้า สันตวงษ์.

2525 : 5 - 6 ; อ้างอิงมาจาก Dewey. 1971) เสนอไว้เป็นขั้นตอน ดังนี้

1. การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะทงพบความตึงเครียด ความสงสัย และความยากลำบาก ที่จะทงพยายามแก้ปัญหาในให้หมดไป ในขั้นต้นผู้พบปัญหาจะทงรับรู้และเข้าใจในทั่วปัญหานั้นก่อน

2. การระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกัน มีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้แตกต่างกัน จึงทงพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

2.1 มีตัวแปรหรือต้นเหตุหรือองค์ประกอบอะไรบาง

2.2 มีอะไรบางที่จะทงทำในการแก้ปัญหา โดยที่อาจจะเป็นการระบุปัญหาได้ไม่แจ่มชัด เป็นต้น

2.3 ทงซักถามการมองเห็นปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละตอน

2.4 ทงรู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริง ๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เรามองไม่เห็นชัดที่เป็นตัวปัญหา ถ้าซักสิ่งนั้นได้ ก็จะแก้ปัญหาได้

3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นได้อย่างไร ใครจะเป็นผู้ให้ข้อมูลเหล่านั้น

3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีการแก้ปัญหา หลังจากได้ความคิดว่าจะแก้ปัญหายังไรแล้ว ก็ทงพิจารณาว่าควรจะใช้วิธีการใดบ้าง

5. การทดลองนำเอาวิธีการแก้ปัญหาไปใช้

สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาก็สำเร็จลุล่วงอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น สมจิต สวชนไญญ (2527 : 8) ได้ให้ความเห็นว่า ย่อมขึ้นอยู่กับการใช้ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ

แก้ปัญหาเหล่านั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ทักษะการสังเกต การวัด การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป โดยนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในแต่ละขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ทุกทักษะ

จากเอกสารดังกล่าว จะเห็นว่าในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบนั้น ต้องใช้ความสามารถทั้งด้านความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจากขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาของคิวอี้ นั้น มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่น่าสนใจ ได้ให้นักการศึกษาให้ความสนใจและนำขั้นตอนนี้ไปใช้ในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแก้ปัญหา โดยดัดแปลงแต่ยังคงมีเค้าโครงส่วนใหญ่เหมือนเดิม เช่น เวียร์ (อุทัย บุญนาคี. 2530 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Weir. 1974 : 18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

ซึ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาดังกล่าว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวัดหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อุทัย ชิวชนรักษ์ (25 7 : 40 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองกับนักศึกษาครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน สอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ส่วนอีก 33 คน เป็นกลุ่มควบคุม ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

เชาวนี อะยะวงศ์ (2525 : 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อผสมและครูฝึก ซึ่งมีแผนการฝึกลำดับขั้นตอน

ของการฝึกที่เหมือนกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.4 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

กอสักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 81 - 83) ได้ศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นตอนการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.3 จำนวน 105 คน แบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 35 คน กลุ่มที่ 1 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มที่ 3 สอนตามคู่มือครู ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ส่วนอีก 30 คน สอนตามคู่มือครู กลุ่มทดลองสอนโดยเน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์ ผลการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีต่อความคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง สอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หอมวล ใจซื่อ (2529 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน พบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระบับ .05

เมเยอร์ (Mayer. 1969 : 451 - 453) ได้ทำการสอนนักศึกษาด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยการเชิญชวนให้คิด (Invitation to inquiry) กับวิธีสอนแบบธรรมดา (Simple inquiry) ภายหลังการสอนปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยวิธีสืบเสาะโดยการเชิญชวนให้คิดและกลุ่มที่สอนโดยวิธีธรรมดา ได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

แลด และ แอนเดอร์สัน (Ladd and Anderson. 1970 : 395 - 400) ได้ศึกษาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากคำถามของครู เพื่อผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ครูที่มีวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงและต่ำ จำนวน 40 คน สอนนักเรียน 40 ห้องเรียน นักเรียนที่เรียนจากครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ในการทำข้อสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ทำได้มากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยครูสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และได้ผลเช่นเดียวกับข้อสอบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูง และข้อสอบทั้งสองฉบับ

โคลีเบส (Kolebas. 1972 : 4443 - A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระบับ .01

โอลาริโนเย (Olarinoye. 1974 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะทาง (Guided inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry role approach) ใช้วิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง และกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1979 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guide - inquiry discovery approach) กับการสอนแบบครูบอกใหญ่ตามตำรา (Expository - text approach) ที่ส่งผลกระทบต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทางในการค้นพบ กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกใหญ่ตามตำรา ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า มีทั้งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและไม่แตกต่างจากการสอนแบบอื่น แต่มีแนวโน้มว่า การสอนแบบนี้จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น และยังใช้ได้ใน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ อยู่ ผู้วิจัยจึงสนใจหาการศึกษาว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในรูปของแบบฝึกการอภิปรายจะส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมากน้อยเพียงใด

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปราย

บุทิน จิรสุขานนท์ (2522 : ง) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง "ภาคตัดกรวย" โดยวิธีสอนแบบบอกใหญ่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปราย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และร้อยละ 92.62 ของนักเรียนเห็นว่า การเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปรายทำให้ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เกิดความพอใจที่ได้ทำงานร่วมกัน และช่วยแก้ปัญหา นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 95.24 เห็นว่าการเรียนแบบนี้ช่วยให้มีโอกาสฝึกในด้านการตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ และรู้จักช่วยเหลือตนเองในการเรียน

ถนอมจิตต์ เสงฆา (2525 : 61) ได้ทำการสอนเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการสอน ผลการการสอนสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน ไม่แตกต่างกัน ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบจัดกิจกรรมระหว่างนักเรียนกับนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการเรียนแบบนี้

ระดับปานกลาง มีบางข้อที่เห็นด้วยในระดับมากคือ รู้จักช่วยเหลือตนเอง กระตุ้นให้ใช้ความคิดขณะเรียน นักการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ

หอมหวล ใจชื่อ (2529 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน พบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้เทคนิคการการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปรายจะเห็นว่า การสอนแบบนี้ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจ และร่วมกันแก้ปัญหาต่าง ๆ ใ้มาก ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม

จินตนา พุทธิวัฒน์ (2523 : 52 - 63) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร โดยใช้คำถามที่ทางระดับกัน ทำการทดลองกับนักเรียน ม.1 จำนวน 96 คน สอนโดยใช้คำถามระดับสูง ระดับต่ำ และสอนตามปกติ ของ สสวท. พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

อนันต์ จันทระกวี (2523 : 113 - 115) ได้ศึกษาผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ.2 และม.2 ของโรงเรียนมัธยมในส่วนกลาง ปีการศึกษา 2522 จำนวน 1237 คน ก่อนการทดลองได้เชิญครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองมาประชุมปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มทักษะการใช้คำถาม ขณะที่สอนส่งเอกสารประกอบการใช้คำถาม จำนวน 3 เล่ม ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ หลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน นักเรียนชั้น ม.ศ.2 และ ม.2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

กอตักกี ศรีน้อย (2527 : 82) ทำการศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นตอนการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ม.3 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และกลุ่มที่ 3 สอนโดยใช้คำถามตามคู่มือครู ผลการทดลองพบว่า ทั้งสามกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมชัย สมทรัพย์ (2529 : 103) ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.1 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน โดยที่กลุ่มที่ 1 ใ้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้าง กลุ่มที่ 2 ใ้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบ และกลุ่มควบคุมใ้รับการสอนที่ใช้คำถามตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

บั๊กกี (Buggy. 1971 : 2543-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามใ้กับนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมของนักเรียนเกรด 2 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยให้ใบที่เตรียมไว้ ซึ่งใช้คำถามระดับสูง 70% และคำถามระดับความรู้ความจำ 30% กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 30% และคำถามระดับความรู้ความจำ 70% กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม หลังจากเรียนจบแล้ว ใ้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบแบบปรนัย ซึ่งมีคำถามถามในแต่ละพฤติกรรมของบloom ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 70% มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 30% และกลุ่มควบคุม และยังพบว่า นักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 30% มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมเช่นเดียวกัน

ซาเวจ (Savage. 1972 : 2245-A) ใ้รับการทดลองทำนองเดียวกับบั๊กกี โดยทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามในห้องเรียนกับผลสัมฤทธิ์วิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนเกรด 5 ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นว่า ในการสอนโดยการใช้คำถามต่างรูปแบบกัน อาจจะส่งผลหรือไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นคำถามระดับสูง ระดับต่ำ หรือ คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำคำถามทั้ง 3 รูปแบบ มาใส่ในแบบฝึกเพื่อให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา

นงนุช วรธนหะ (2514 : 72 - 74) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (2521 : 77) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หอมนวล ใจชื่อ (2529 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน พบว่า กลุ่มนักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุทัย บุญมาดี (2529 : 60 - 61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงด้วย

เกบริลลี (Gabrielli. 1972 : 5650-A) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูในมหาวิทยาลัยซีราคิวส์ (Syracuse) จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานักศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับ ความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระยะเวลาการศึกษา และประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่มีค่าความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการเรียนทั่วไป

นอร์ทตัน (Norton. 1972 : 204-A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4,5,6 จำนวน 21 คน โดยคัดเลือกจากโรงเรียนต่าง ๆ หลายโรงเรียนในเมืองออสติน (Austin) รัฐเท็กซัส (Texas) ที่ระดับ I.Q. 80 - 147 I.Q.เฉลี่ย 116 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12.4 อายุเฉลี่ย 127.2 เดือน ในการศึกษครั้งนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหามีความแตกต่างจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหาซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ

1. นิเทศเข้าสู่ปัญหาหรือทำความเข้าใจกับปัญหา
2. ชี้แจงปัญหาหรือกำหนดปัญหา
3. การแก้ปัญหา หาคำตอบ หรือหาวิธีการแก้ปัญหา
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. พิสูจน์ปัญหา

ผลปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่แล้ว

จากงานวิจัยจะเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีพัฒนาได้หลายแนวทาง อาจจะทำได้โดย ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฝึกทักษะ ให้แก่นักเรียนอภิปรายร่วมกัน การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง หรือให้ประสบการณ์ ทั้งนี้ถ้าจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาโดยการรวมกลุ่มกันอภิปรายไปตามแนวคำถามในแบบฝึกซึ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก็น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้เช่นเดียวกัน

และจากเอกสารและงานวิจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยเห็นว่า น่าจะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนได้ โดยการใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ ดังนี้

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการอธิบายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกัน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการอธิบายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกัน

วิธีทำในการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนทุ่งตะโกวิทยา ตำบลทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร ปีการศึกษา 2531 ซึ่งมีนักเรียน 3 ห้องเรียน จำนวน 96 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนทุ่งตะโกวิทยา ตำบลทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบบจับฉลาก จำนวน 2 ห้องเรียน จากนั้นจับฉลากอีกครั้งหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 32 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาเรื่อง อาหารและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในปีการศึกษา 2531 ภาคเรียนที่ 1 โดยทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

1. แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
2. แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

3. แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
4. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจาก คู่มือครู แบบเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารและพลังงาน
3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความยากของเนื้อหา และความถี่รวมยอด จากเนื้อหาเรื่อง อาหารและพลังงาน
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา
5. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคำถาม และคำถามนำไปสู่ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์
6. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ
7. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการอภิปราย
8. สร้างแผนการสอนทั้งหมด 14 คาบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 8.1 ความถี่รวมยอด
 - 8.2 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 8.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย
 - 8.3.1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ ตามแนวคำถามในแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เพื่อนำไปสู่การทดลอง
 - 8.3.2 ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนในแบบเรียน เพื่อทดสอบ

สมมติฐานที่ตั้งขึ้น

8.3.3 ข้อเสนอปลายหลังการทดลอง

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเป็นรายกลุ่มตามแนวคำถามในแบบฝึก เพื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุป ทดสอบสมมติฐาน หลังจากนั้นร่วมกันอภิปรายสรุปผลที่ได้เป็นความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน

9. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

10. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนทุ่งทะเลโกวิทยา ถึงอำเภอทุ่งทะเลโก จังหวัดชุมพร ที่ไม่ใช่ นักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับภาษา เวลา สถานการณ์ และกิจกรรมที่กำหนด เป็นต้น

11. นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

สำหรับแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนเช่นเดียวกับแผนการสอนของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันเพียงกิจกรรมการอภิปรายก่อนและหลังการทดลอง ซึ่งครูรวมอภิปรายกับนักเรียน

แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

ในการสร้างแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการเขียนคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. สร้างแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เน้นคำถามนำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- 4.1 ชื่อเรื่อง
- 4.2 สถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาในการทดลอง
- 4.3 คำถามอภิปรายก่อนการทดลอง
- 4.4 ช่องว่างสำหรับบันทึกผลการทดลอง
- 4.5 คำถามอภิปรายหลังการทดลอง
 - 4.5.1 คำถามนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
 - 4.5.2 คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของ อุทัย บุญมาดี (2529 : 79 - 86) ซึ่งสร้างขึ้นตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ เวียร์ จำนวน 28 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .63

ลักษณะแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะกำหนดสถานการณ์ หรือรูปภาพ แล้วสร้างคำถามเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนในการตั้งปัญหา
2. ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นตอนในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์

แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ให้คะแนน ขั้นตอนละ 1 คะแนน หรือข้อละ 1 คะแนน สำหรับคำตอบที่ถูกต้อง ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยนำแบบทดสอบ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ อุทัย บุญมาดี ไปทดสอบกับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวิวิทยา จังหวัดชุมพร จำนวน 100 คน นำคะแนนที่ได้จากการ ทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเกอร์ วิชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 225) ได้ค่าความเชื่อมั่น .65

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
2. วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง โดยพฤติกรรมเป็น 4 ด้าน คือ
 - 2.1 ด้านความรู้ ความจำ
 - 2.2 ด้านความเข้าใจ
 - 2.3 ด้านการนำไปใช้
 - 2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. นำผลการวิเคราะห์มาสร้างข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 106 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม โดยสร้างตามพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน เพื่อให้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง
4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องคำภาษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข
5. นำข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา อำเภอสีวิ จังหวัดชุมพร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 100 คน
6. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน มาจัดกระทำ ดังนี้
 - 6.1 หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้หลักการชักกลุ่ม 27% แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ ท่าน
 - 6.2 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 เอาไว้และ คัดเลือกข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ตามตารางวิเคราะห์ ได้ข้อสอบ 60 ข้อ

7. รวบรวมข้อสอบที่ได้จัดทำขึ้นแล้วนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทั้งหมด โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสววิทยา จังหวัด
ชุมพร จำนวน 100 คน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร
KR-20 ของ คูเกอร์ วิชาคณิต (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 225) ได้ค่าความเชื่อมั่น .78

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัย
Randomized control group pretest posttest design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.
2530 : 114 - 116) ซึ่งรูปแบบการทดลองดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE	T_1	X	T_2
RC	T_1	$\sim X$	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- X แทน การจัดการกระทำหรือการใช้ตัวแปรทดลอง (Treatment) ซึ่งในที่นี้คือ
การสอนโดยใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
- $\sim X$ แทน ไม่มีการจัดการกระทำหรือให้ตัวแปรทดลอง ซึ่งในที่นี้คือ การสอนโดยการ
อธิบายระหว่างครูกับนักเรียน
- E แทน กลุ่มทดลอง
- C แทน กลุ่มควบคุม
- T_1 แทน การสอบก่อนทดลอง

- T₂ แทน การสอบหลังทดลอง
R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ทำการสอบวัดพื้นฐานความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่าง (Pretest)
2. ทำการทดลองโดยการสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้
 - 2.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
 - 2.2 กลุ่มควบคุม สอนโดยใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน
3. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่าง (Posttest) ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกันที่ใช้ในการทดสอบครั้งแรก
4. นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาทดสอบตามวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score
2. ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนโดยใช้ t-test แบบ Dependent Group

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยการอธิบายระหว่างครูกับนักเรียน โดยใช้ t -test Independent ในรูป Difference Score

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความแปรปรวน (s^2)
2. หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27% แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ รุ่ง เทห์ ฟาน
3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร คังนิง (ทวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 225)

$$\text{สูตร} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ n แทน จำนวนข้อ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

4. ตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร คังนิง (ทวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 214)

$$IC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IC แทน คังนิงความสอดคล้องของข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความถี่เห็นของผู้เชี่ยวชาญ เนื้อหาวิชาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

5. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยคำนวณจากสูตร t-test แบบ Dependent Group (ทวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 292)

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

เมื่อ D แทน ผลต่างของคะแนนในแต่ละคู่
N แทน จำนวนคู่

6. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

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

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

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t-distribution

MD₁ แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนการเรียน
ของกลุ่มทดลอง

MD₂ แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนการเรียน
ของกลุ่มควบคุม

D₁ แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่ม
ควบคุม

- D_2 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการ วิชา กับก่อนการ วิชา ของกลุ่ม
ทดลอง
- S_D^2 แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการ วิชา และ
ก่อนการ วิชา ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
- n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
- n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

t	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
D	แทน ผลต่างของคะแนน
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\bar{X}_1$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
MD	แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนน
กลุ่มทดลอง	แทน กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
กลุ่มควบคุม	แทน กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กับการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน โคชม์สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้ว่า "ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกัน " ในการทดสอบใช้วิธีการทางสถิติ t-test Independent ในรูป Difference Score ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	32	13.88	18.22	4.43	0.92	2.25*
กลุ่มควบคุม	32	12.00	14.28	2.28	0.92	

$$t (.05, 62) = 1.98$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยโปรแกรมฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง
ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 เพื่อศึกษาพัฒนาการในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน โดยมีสมมติฐานในการศึกษา
กล่าวว่า "ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปราย
ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน" การทดสอบใช้วิธีการทางสถิติ t-test
Dependent ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง
ของกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มทดลอง	32	13.88	18.22	139	869	8.40**

$$t (.01, 31) = 2.423$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนหลังเรียน
สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใ้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใ้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กับการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน โดยมีสมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใ้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนแตกต่างกัน ทดสอบโดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	32	24.78	32.94	8.16	1.26	0.959
กลุ่มควบคุม	32	23.43	30.38	6.95	1.26	

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใ้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลของการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกัน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนทุ่งตะโกวิทยา ถึงอำเภอทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบบจับฉลาก จำนวน 2 ห้องเรียน จากนั้นจับฉลากอีกครั้งหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 32 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ใช้สำหรับสอนกลุ่มทดลอง

2.2 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน ใช้สำหรับสอนกลุ่มควบคุม

2.3 แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

2.4 แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยยืมจากของ อุตัย บุญมาดี เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 28 ข้อ นำมาปรับปรุงและหาค่าความเชื่อมั่นใหม่ มีค่าความเชื่อมั่น 0.65

2.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและพลังงาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.78

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 นำนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ห้องเรียน ซึ่งได้คะแนนนักเรียนเรียบร้อยแล้ว มาสุ่มด้วยวิธีจับฉลากเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้องเรียน แล้วจับฉลากเพื่อสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอีกครั้งหนึ่ง

3.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

3.3 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที

3.4 ทดสอบหลังการเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันที่ใช้ในการทดสอบครั้งแรก

3.5 นำผลการทดสอบมาตรวจวิเคราะห์คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการสอนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน โดยใช้ t-test แบบ Dependent
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึก การอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอธิบายระหว่าง ครูกับนักเรียน แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

การอธิบายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาดูการใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ผลการวิจัยและการอธิบายผล ดังนี้

ตอนที่ 1 เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการ สอนโดยใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดย การอธิบายระหว่างครูกับนักเรียน ผลปรากฏว่าแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยที่นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่าง นักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการ สอนโดยการอธิบายระหว่างครูกับนักเรียน

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการ สอนโดยใช้แบบฝึกการอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้พัฒนาสูงขึ้นหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึก

การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ สามารถอธิบายผลได้หลายประการดังต่อไปนี้

ประการแรก การสอนโดยการฝึกอธิบายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเป็นการช่วยให้ นักเรียนได้เรียนรู้แนวทางแก้ปัญหาไปด้วย เพราะภายในแบบฝึกจะมีคำถามซึ่งเน้นให้นักเรียน สามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ระบุตัวแปรต้นซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหา ตัวแปรตามซึ่งเป็นผล ที่เกิดขึ้นของปัญหา และการตรวจสอบสมมติฐานว่าเป็นไปตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ ซึ่งกระบวนการ ดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการแก้ปัญหานั้นเอง และผลการศึกษานี้สอดคล้องกับทฤษฎีการ เรียนรู้ของฮอร์นไคล์ในเรื่องกฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) (สุจริต เพียรชอบ

และสายใจ อินทร์ทรัพย์. 2522 : 52 - 62) ที่กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้นั้นมีความคล่องแคล่วและสามารถทำได้ดี (Law of Use) ในทางตรงข้ามสิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกหัดหรือถูกทอดทิ้งไปนานย่อมทำได้ไม่ดี (Law of Disuse)

ประการที่สอง การเรียนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนมีโอกาสเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างทั่วถึงมากที่สุด ทุกคนได้แสดงออกในการคิด เห็นความสำคัญของตนเอง จึงมีความสนุกสนานในการเรียน และไม่ต้องอายเพื่อนหรือครูกับการที่คำตอบหรือความคิดเห็นแตกต่างไปจากผู้อื่น เพราะอภิปรายกันภายในกลุ่มที่สนิทสนมเข้าใจกันนั่นเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แอลเลน (Allen. 1976 : 371) ที่พบว่าการศึกษาทศวรรษระหว่างกลุ่มเพื่อนช่วยกันทำให้สามารถเข้าใจและสื่อความหมายได้มากขึ้น และสอดคล้องกับความคิดเห็นของ ถนอมจิตต์ เสงฆา (2525 : 63 - 64) ที่ว่าการจัดกิจกรรมการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดขณะเรียนมากขึ้น ช่วยพัฒนาการคิดของนักเรียน ทำให้เข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ หอมนวล ใจซื่อ (2529 : 63 - 64) ที่พบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

จากข้อมูลดังกล่าวมา จึงเป็นเหตุผลที่สนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน สูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นหลังการฝึก

ตอนที่ 2 เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน ผลปรากฏว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลต่อไปนี้

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนของทั้งสองกลุ่มเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่แบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง ซึ่งในการเรียนนั้นจะมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ตอบคำถามเกี่ยวกับ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นผลให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มเกิดพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นำมาวัด จึงทำให้ผลการทดสอบของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เขาวนีย์ อะยะวงศ์ (2525 : 56) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อผสม และครูฝึก โดยมีแผนการฝึกและลำดับขั้นตอนของการฝึกที่เหมือนกัน ก็พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประการที่สอง นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีโอกาสดูอภิปรายซักถามปัญหาร่วมกัน โดยที่กลุ่มทดลองอภิปรายปัญหาไปตามแนวคำถามที่ให้ไว้ในแบบฝึก โดยอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน ส่วนกลุ่มควบคุมอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน เป็นการให้โอกาสแก่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น เช่นเดียวกัน จึงทำให้ผลการวิจัยไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ถนอมจิตต์ เสนมา (2525 : 61) ที่ทำการสอนเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้น ม.4 ผลการสอนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน ไม่แตกต่างกัน

ประการที่สาม การอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนในการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนนั้น แม้วากิจกรรมที่จัดมุ่งหวังให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดอย่างเต็มที่ แต่ช่วงเวลาจำกัดในการฝึกซึ่งเป็นช่วงสั้น ทำให้จำกัดขอบเขตในการอภิปราย และคำถามในการอภิปรายในแบบฝึกมีเพียง 6 รูปแบบ คือ คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา ทั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร ที่ความหมายขอมูลและลงข้อสรุป และคำถามนำไปสู่การนำไปใช้ ซึ่งคำถามในแบบฝึกค่อนข้างจำกัดไปตามเวลาที่มียุ

จากเหตุผลที่กล่าวมาสามประการนี้ เป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน ไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากข้อค้นพบที่ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนสูงขึ้นหลังจากการฝึก เนื่องด้วยกิจกรรมในแบบฝึกเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และสัมผัสกับปัญหาโดยตรง มีอิสระในการแสดงออกทางความคิด มีการตัดสินใจในการแก้ปัญหาค้นหาตัวเอง ในกลุ่มเพื่อนที่มีความเข้าใจกันและกันเป็นอย่างดี ดังนั้นในการเรียนการสอนจึงควรจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการฝึกการอภิปรายร่วมกันระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ในการแก้ปัญหาค้าง ๆ ให้มากขึ้น โดยเน้นขั้นตอนหรือรูปแบบการแก้ปัญหาให้ชัดเจน เช่น การใช้แบบฝึกที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่การแก้ปัญหาย่างมีระบบ

1.2 จากการทดลองพบว่า แบบฝึกชุดที่ 1, 2, 5 และ 6 ใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนดไว้ จะต้องเพิ่มเวลาในช่วงของการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมหลังจากนักเรียนทำแบบฝึกแล้วประมาณ 20 นาที

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาคำอธิบายแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่เพิ่มคำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เช่น เพิ่มทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล กำหนดและนิยามตัวแปร และออกแบบการทดลอง ในชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน

2.2 ควรมีการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนักเรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.3 ควรศึกษาตัวแปรอื่น ๆ บาง เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ เมื่อให้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

បរិយាកាស

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ. จิตวิทยาการศึกษาฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
ทางทันส่วนจำกัดศรีเคหา, 2528.
- กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และคนอื่น ๆ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
2525.
- กอสักดิ์ ศรีน้อย. การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
พื้นฐานและชั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสำเนา.
- ไชศรี อารมณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะแสวงหา
ความรู้," ข่าว สสวท. 9(4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม 2524.
- จินตนา พุทธินันท์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
สมบัติของสาร โดยใช้คำถามระดับที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อักสำเนา.
- เชาวนีย์ อะยะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2526. อักสำเนา.
- ณอมจิตต์ เสนมา. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยเทคนิคการสอนแบบสืบสวนแบบจัดกิจกรรมอภิปราย
ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อักสำเนา.

ธงชัย จิวปรีชา. "การใช้คำถามในห้องเรียน," ข่าว สสวท. 6(2) : 1 - 11 ;
มกราคม 2521.

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

_____. "การใช้คำถามในห้องเรียน," ข่าว สสวท. 6(4) : 6 - 15 ;
กรกฎาคม 2521.

นคร ทศนประสิทธิผล. การศึกษาศามารถในการใช้คำถามแบบสืบเสาะหาความรู้
ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงและครูประจำการที่ผ่านการอบรม
ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. วิทยานิพนธ์
ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521. อักษรฯเนา.

นงนุช วรธนวาทะ. การศึกษาศามารถสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษาระสาณมิตร, 2514.
อักษรฯเนา.

นิกา สะเพียรชัย. "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์," ข่าวสาร สสวท.
5 : 4 - 8 กรกฎาคม 2520.

นิตยา กิจโร. การศึกษาศามารถฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาณมิตร, 2530. อักษรฯเนา.

นิตยา ฤทธิโยชี. การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ. เอกสารเผยแพร่ความรู้
ทางการสอนภาษาไทย, กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมฝึกหัดครู, 2520.
อักษรฯเนา.

นิพนธ์ จิตต์ภักดี. "การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์," ประชาศึกษา.
30 - 33 ; ธันวาคม 2517.

- น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์. การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นมูลฐานความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อัสส่าเนา.
- ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. เอกสารนิเทศการ
ศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 233, กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมฝึกหัดครู, 2524.
อัสส่าเนา.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวทางคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและ
การพยากรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัสส่าเนา.
- พยอม กันฉี. การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชา
จิตวิทยาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป. วิทยานิพนธ์ กศ.ค.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัสส่าเนา.
- พจน์ สะเพียรชัย. "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," พัฒนาวิทย์. 10 : 49 - 51 ;
มกราคม 2517.
- ไพรัตน์ สุวรรณแสน. "การทำและการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ," คู่มือครูแนวคิดและทรรคนะ
บางประการ เกี่ยวกับกลุโบายการสอนเด็กเริ่มเรียนที่พูดสองภาษา.
หน้า 198 - 190. สำนักงาน ศึกษาธิการเขต 11, 2517.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ :
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2530.
- มหาวิทยาลัย, ทมวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. คณะอนุ
กรรมการพัฒนาการสอนและการผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.
- _____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. คณะอนุกรรมการ
พัฒนาการสอนและการผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.

ยุพิน จิรสุวานนท์. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง "ภาคคักกรวย" โดยวิธีสอนแบบอภิปรายกับวิธีสอนแบบบอกให้รู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปราย. ✓

วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อีตส์สำเนา.

โยธิน ศรีโสภณ. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรปีพุทธศักราช 2521. ปรวิญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อีตส์สำเนา.

วรรณถ พ่วงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการคำนวณร้อยละสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.

วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อีตส์สำเนา.

วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อการศึกษามีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรวิญญานิพนธ์ กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อีตส์สำเนา.

ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่อง สี ในภาษาไทย ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อีตส์สำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร, 2521.

_____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : จงเจริญการพิมพ์, 2520.

_____. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร, 2526.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ม.ป.ป.

_____. แบบเรียนด้วยตนเอง การใช้คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. เล่ม 1 - 13 กรุงเทพฯ : บริษัท ประชาชน จำกัด, 2529.

- สมจิต สวชนไพบูลย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชา
หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2526.
- _____. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.
- _____. สมรรถภาพของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
- สมบุญ จิตพงศ์. การประเมินผลหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปรินซ์นิพนธ์ กศ. ก.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อักสำเนา.
- สมสมัย สมทรัพย์. การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน. ปรินซ์นิพนธ์ กศ. ม กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสำเนา.
- สมสุข ชีรพิจิตร. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนและแบบค้นพบ," เอกสารการสอน
ชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 11 - 15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
กรุงเทพฯ : ยูไนเต็ทโปรคักชั่น, 2526.
- สีปพนนท์ เกตุทัต. "การศึกษาเพื่อชีวิตและสังคม," จุดยืนและทิศทางการศึกษาไทย.
หน้า 14 - 31. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2528.
- สุจริท เพียรชอบ และสายใจ อินทร์มรรย. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา.
กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช,
2517.
- สำเริง บุญเรืองรัตน์. การปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522.

- หอมมวล ใจชื่อ. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่าง นักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักซ่าเนา.
- อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม.2. ปรินญาณพนธ์ กศ.ก. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อักซ่าเนา.
- อุทัย ชีวชนรักษ์. การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูง ของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อักซ่าเนา.
- อุทัย บุญมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั่วชุดการเรียน ทั่วตนเอง และตามคู่มือครู. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักซ่าเนา.
- อำนวยการ รุ่งรัศมี. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.

Allen, Vernon L. Research on Children Tutoring Children : A Critical of Education Research. 46 : 371; Summer, 1976.

Bloom, Benjamin S. Taxonomy of Education Objective Hand Book I : Cognitive Domain. New York, David Mac Kay Company, Inc., 1956.

Bruner, Jerome S. "On Knowing," in Essays for The Left Hand. p. 74 - 76. The Belknap Press of Harward University Press, 1966.

Buggy, Lesley J. "A Study of the Relationship of Classroom Questions and Social Studies Achievement of Second Grade Children," Dissertation Abstracts International. 32 : 2543-A; November, 1971.

- Butts, David. The Teaching of Science A Self Directed Planning Guide. New York, Harper Row Publisher, 1974.
- Carin Arthur A. Robert B. Sund. Teaching Science Through Discovery. 2nd ed. Charls Merrill Publishing Company Columbus, 1975.
- Cronbach, Lee. Educational Psychology. Harcourt, Brance E World, Inc., 1963.
- Crow, Lester D. and Alice Crow. Educational Psychology. American Book Company, 1956.
- Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 : 4164-A; January, 1979.
- Fan, Chung Teh. Item Analysis Table. New Jersey, Educational Testing Service, Princeton, 1952.
- Gabrielle, Ralph B. "A Study of the Characteristics of Pre-Service Teachers Indentified on an Experimental Instrument as High or Low in Problem - Solving Ability," Dissertation Abstracts International. 32 : 5650-A; April, 1972.
- Harress, J.H. "The Two mearning of Mathematics," A Hand of Programmed Learning. India, Anard Press, no date p. 93 - 94.
- Kolebas, Particia. "The Effect on the Intelligence, Reading, Mathematics, and Interest in Science Levels of Third Grade Students Who Have Participated in Science A Process Approach Since First Entering School," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443-A; February, 1972.
- Kolesnik, Walter B. Educational Psychology. McGraw-Hill Book Company, 1970.
- Ladd, George T. and H.O. Anderson, "Determing the Level of Inquiry in Teacher's Question," Journal of Research in Science Teaching. 7 : 395 - 400; 1970.
- Mayer, James H. "The Influence of Invitation to Inquiry," American Biology Teacher. 31 : 451 - 453; October, 1969.
- Norton, R.T. "A Developmental Study in Assesing Children to Solve Problems in Science," Dissertation Abstracts International. 23(1) : 204-A; July, 1972.
- Olarinoye, Rappel Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Mehtods of Teaching A Secondary School Physic Course in Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 : 4848-A, February, 1978.

- Savage, Tom Verner. "A Study of the Relationship of Classroom Questions and Social Studies Achievement of Fifth - Grade Children," Dissertation Abstracts International. 33 : 2245 - A ; November, 1972.
- Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4th ed. New York : John Willey and Son, 1962.
- Sund, Robert B. and Leslic W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition Published by Charles E. Merrill Publishing Company. 1974.
- Wilson, John A.R. and others. Psychological Foundations of Learning and Teaching. McGraw-Hill Book Company, 1969.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- การวิเคราะห์ข้อสั^๒ย
- แบบทดสอบ

ตาราง 6 ค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.49	0.51	0.25	15	0.44	0.56	0.25
2	0.37	0.63	0.23	16	0.45	0.55	0.25
3	0.78	0.22	0.17	17	0.41	0.59	0.24
4	0.70	0.30	0.21	18	0.61	0.39	0.24
5	0.51	0.49	0.24	19	0.69	0.31	0.21
6	0.82	0.18	0.15	20	0.39	0.61	0.24
7	0.74	0.26	0.19	21	0.34	0.66	0.22
8	0.65	0.35	0.23	22	0.36	0.64	0.23
9	0.23	0.77	0.18	23	0.55	0.45	0.25
10	0.86	0.14	0.12	24	0.37	0.63	0.23
11	0.19	0.81	0.15	25	0.47	0.53	0.25
12	0.28	0.72	0.20	26	0.39	0.61	0.24
13	0.43	0.57	0.25	27	0.54	0.46	0.25
14	0.63	0.37	0.23	28	0.29	0.71	0.21

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

$$\Sigma pq = 6.11$$

$$\Sigma X = 1,537$$

$$\Sigma X^2 = 23,252$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } s_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2} \\ &= \frac{110(23,252) - (1,537)^2}{110 \times 110} \\ &= \frac{2,557,720 - 2,362,369}{12,100} \\ &= 16.14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{pq}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{28}{28-1} \left[1 - \frac{6.11}{16.14} \right] \\ &= \frac{28}{27} (1 - 0.37) \\ &= \frac{28}{27} \times 0.63 \\ &= 0.65 \end{aligned}$$

แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น 0.65

ตาราง 7 ค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง อาหารและพลังงาน

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.59	0.41	0.24	21	0.33	0.67	0.22
2	0.16	0.84	0.13	22	0.62	0.38	0.24
3	0.71	0.29	0.21	23	0.53	0.47	0.25
4	0.14	0.86	0.12	24	0.64	0.36	0.23
5	0.49	0.51	0.25	25	0.63	0.37	0.23
6	0.57	0.43	0.25	26	0.49	0.51	0.25
7	0.83	0.17	0.14	27	0.37	0.63	0.23
8	0.64	0.36	0.23	28	0.64	0.36	0.23
9	0.67	0.33	0.22	29	0.33	0.67	0.22
10	0.22	0.78	0.17	30	0.32	0.68	0.21
11	0.30	0.70	0.21	31	0.35	0.65	0.23
12	0.73	0.27	0.20	32	0.38	0.62	0.24
13	0.76	0.24	0.18	33	0.32	0.68	0.22
14	0.13	0.87	0.11	34	0.17	0.83	0.14
15	0.39	0.61	0.24	35	0.39	0.61	0.24
16	0.71	0.29	0.21	36	0.36	0.64	0.23
17	0.34	0.66	0.22	37	0.17	0.83	0.14
18	0.48	0.52	0.25	38	0.43	0.57	0.25
19	0.76	0.24	0.18	39	0.40	0.60	0.24
20	0.06	0.94	0.06	40	0.65	0.35	0.23

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
21	0.33	0.67	0.22	41	0.40	0.60	0.24
22	0.62	0.38	0.24	42	0.44	0.56	0.25
23	0.53	0.47	0.25	43	0.36	0.64	0.23
24	0.64	0.36	0.23	44	0.28	0.72	0.20
25	0.63	0.37	0.23	45	0.39	0.61	0.24
26	0.49	0.51	0.25	46	0.07	0.93	0.07
27	0.37	0.63	0.23	47	0.56	0.44	0.25
28	0.64	0.36	0.23	48	0.18	0.82	0.15
29	0.33	0.67	0.22	49	0.29	0.71	0.21
30	0.32	0.68	0.21	50	0.35	0.65	0.23
31	0.35	0.65	0.23	51	0.30	0.70	0.21
32	0.38	0.62	0.24	52	0.20	0.80	0.16
33	0.32	0.68	0.22	53	0.20	0.80	0.16
34	0.17	0.83	0.14	54	0.21	0.79	0.17
35	0.39	0.61	0.24	55	0.19	0.81	0.15
36	0.36	0.64	0.23	56	0.29	0.71	0.21
37	0.17	0.83	0.14	57	0.20	0.80	0.16
38	0.43	0.57	0.25	58	0.56	0.44	0.25
39	0.40	0.60	0.24	59	0.41	0.59	0.24
40	0.65	0.35	0.23	60	0.32	0.68	0.22

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง อาหารและพลังงาน โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson).

$$\Sigma pq = 12.29$$

$$\Sigma X = 2,437$$

$$\Sigma X^2 = 64,733$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } S_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2} \\ &= \frac{100(64,733) - (2,437)^2}{100 \times 100} \\ &= \frac{6,473,300 - 5,938,969}{10,000} \\ &= 53.4331 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right] \\ &= \frac{60}{60-1} \left[1 - \frac{12.29}{53.4331} \right] \\ &= \frac{60}{59} (1 - 0.23) \\ &= \frac{60}{59} \times 0.77 \\ &= 0.78 \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น } 0.78$$

ตาราง 8 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน

ข้อที่	P _H	P _L	p	r	ข้อที่	P _H	P _L	p	r
1	0.78	0.22	0.50	0.55	21	0.41	0.22	0.31	0.22
2	0.56	0.26	0.41	0.31	22	0.93	0.30	0.65	0.66
3	0.89	0.30	0.62	0.61	23	0.70	0.41	0.56	0.30
4	0.52	0.11	0.30	0.48	24	0.96	0.56	0.79	0.57
5	0.85	0.48	0.68	0.41	25	0.80	0.37	0.60	0.46
6	0.85	0.44	0.66	0.45	26	0.78	0.30	0.54	0.48
7	0.89	0.70	0.80	0.28	27	0.78	0.44	0.62	0.36
8	0.89	0.56	0.74	0.41	28	0.81	0.37	0.60	0.46
9	0.81	0.48	0.65	0.36	29	0.63	0.11	0.35	0.56
10	0.67	0.19	0.44	0.49	30	0.48	0.22	0.35	0.20
11	0.81	0.04	0.38	0.78	31	0.52	0.15	0.32	0.41
12	0.89	0.48	0.70	0.48	32	0.59	0.22	0.40	0.39
13	0.93	0.52	0.75	0.52	33	0.74	0.40	0.52	0.44
14	0.89	0.67	0.79	0.31	34	0.70	0.15	0.40	0.56
15	0.81	0.44	0.63	0.40	35	0.89	0.19	0.55	0.69
16	0.93	0.44	0.72	0.57	36	0.81	0.30	0.56	0.51
17	0.59	0.26	0.42	0.3	37	0.44	0.19	0.31	0.29
18	0.63	0.33	0.48	0.30	38	0.70	0.30	0.50	0.40
19	0.85	0.52	0.70	0.38	39	0.52	0.11	0.30	0.48
20	0.33	0.11	0.21	0.31	40	0.93	0.48	0.73	0.55

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r
21	0.41	0.22	0.31	0.22	41	0.63	0.37	0.50	0.26
22	0.93	0.30	0.65	0.66	42	0.85	0.48	0.68	0.41
23	0.70	0.41	0.56	0.30	43	0.63	0.11	0.35	0.56
24	0.96	0.56	0.79	0.57	44	0.81	0.22	0.52	0.58
25	0.81	0.37	0.60	0.46	45	0.48	0.22	0.35	0.29
26	0.78	0.30	0.54	0.48	46	0.44	0.11	0.26	0.41
27	0.78	0.44	0.62	0.36	47	0.93	0.48	0.73	0.55
28	0.81	0.37	0.60	0.46	48	0.56	0.30	0.48	0.27
29	0.63	0.11	0.35	0.56	49	0.37	0.19	0.28	0.22
30	0.48	0.22	0.35	0.20	50	0.89	0.19	0.55	0.69
31	0.52	0.15	0.32	0.41	51	0.67	0.19	0.42	0.49
32	0.59	0.22	0.40	0.39	52	0.59	0.15	0.36	0.47
33	0.74	0.40	0.52	0.44	53	0.78	0.11	0.43	0.67
34	0.70	0.15	0.40	0.56	54	0.48	0.22	0.35	0.29
35	0.89	0.19	0.55	0.69	55	0.59	0.30	0.44	0.30
36	0.81	0.30	0.56	0.51	56	0.33	0.15	0.24	0.24
37	0.44	0.19	0.31	0.29	57	0.33	0.15	0.24	0.24
38	0.70	0.30	0.50	0.40	58	0.93	0.56	0.77	0.49
39	0.52	0.11	0.30	0.48	59	0.89	0.33	0.63	0.59
40	0.93	0.48	0.73	0.55	60	0.74	0.30	0.52	0.44

ตาราง 9 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียน กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	13	23	10	17	6	9	3
2	15	21	6	18	13	15	2
3	17	18	1	19	18	21	3
4	13	15	2	20	14	21	7
5	18	22	4	21	7	12	5
6	18	22	4	22	14	21	7
7	19	20	1	23	9	21	12
8	13	20	7	24	12	20	8
9	13	21	8	25	19	20	1
10	15	16	1	26	15	18	3
11	13	21	8	27	14	17	3
12	9	12	3	28	11	13	2
13	13	17	4	29	19	23	4
14	10	17	7	30	20	21	1
15	9	10	1	31	19	21	2
16	11	14	3	32	15	21	6

ตาราง 10 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียน กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	13	13	0	17	4	10	6
2	17	19	2	18	8	7	-1
3	19	22	3	19	8	16	8
4	17	13	-4	20	10	17	7
5	15	17	2	21	11	13	2
6	13	24	11	22	17	16	-1
7	17	11	-6	23	7	16	9
8	11	7	-4	24	15	20	5
9	11	12	1	25	17	18	1
10	8	17	9	26	11	10	-1
11	12	16	4	27	10	10	0
12	16	18	2	28	10	8	-2
13	13	16	3	29	12	11	-1
14	13	10	-3	30	10	10	0
15	7	15	8	31	13	19	6
16	7	8	1	32	12	18	6

ตาราง 11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน
ก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	23	30	7	17	17	15	-2
2	35	45	10	18	17	20	3
3	25	31	6	19	21	31	10
4	33	38	5	20	27	34	7
5	23	41	18	21	17	26	9
6	34	47	13	22	18	29	11
7	35	42	7	23	22	24	2
8	26	50	24	24	25	26	1
9	29	44	15	25	24	27	3
10	25	29	4	26	30	39	9
11	29	32	3	27	19	23	4
12	25	30	5	28	18	28	10
13	25	31	6	29	33	46	13
14	18	22	4	30	35	52	17
15	17	24	7	31	20	32	12
16	21	26	5	32	27	40	13

ตาราง 12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน
ก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	22	23	11	17	20	21	1
2	28	32	4	18	24	36	12
3	38	52	14	19	22	31	9
4	28	35	7	20	20	26	6
5	23	29	6	21	16	17	1
6	23	26	3	22	18	28	10
7	26	39	13	23	21	25	4
8	27	36	9	24	25	24	-1
9	30	42	12	25	16	18	2
10	24	27	3	26	21	28	7
11	29	43	14	27	23	32	9
12	25	42	17	28	23	26	3
13	21	26	5	29	20	25	5
14	15	23	8	30	19	24	5
15	23	31	8	31	25	34	9
16	28	35	7	32	27	26	-1

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

- คำชี้แจง 1. ข้อสอบฉบับนี้มีจำนวน 28 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ แล้วใช้ข้อมูลเฉพาะสถานการณ์นั้น ๆ ตอบคำถาม โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วกาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ แต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 4 ข้อ ทั้งหมดมี 7 สถานการณ์

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 1 ตอบคำถามข้อ 1 - 4

สถานการณ์ที่ 1 "หมู่บ้านแห่งหนึ่งมีเพียงหนองน้ำท้ายหมู่บ้านเท่านั้นที่เป็นแหล่งน้ำใช้ ชาวบ้านจึงใช้เป็นที่อาบน้ำ ชักผ้า ตักน้ำไปดื่ม และมักพบว่าชาวบ้านในหมู่บ้านนี้เป็นโรคท้องร่วงอยู่เสมอ"

1. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. หมู่บ้านนี้ขาดแคลนน้ำ
 - ข. ชาวบ้านป่วยเป็นโรคท้องร่วง
 - ค. หมู่บ้านแห่งนี้ไม่มีน้ำประปาใช้
 - ง. ชาวบ้านชอบถ่ายลงในหนองน้ำ
 - จ. ในผงซักฟอกที่ใช้ซักผ้ามีเชื้อโรคท้องร่วง
2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. มีเชื้อโรคในน้ำที่ชาวบ้านใช้ดื่ม
 - ข. หมู่บ้านนี้ขาดแคลนแหล่งน้ำ
 - ค. เกิดโรคท้องร่วงระบาดในหมู่บ้าน
 - ง. ชาวบ้านไม่สร้างส่วนที่ถูกต้องสุขลักษณะ
 - จ. ฝนไม่ตกในหมู่บ้านนี้เป็นเวลานาน

3. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร
- จัดการทำฝนเทียม
 - ให้ชาวบ้านคิมน้ำตามลูก
 - ห้ามชาวบ้านซักผ้าในบริเวณหนองน้ำ
 - ให้ชาวบ้านปลูกพืชป้องกันโรคท้องร่วง
 - แจกส้วมสาธารณะที่ถูกสุขลักษณะไว้ใช้ในหมู่บ้าน
4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
- ชาวบ้านไม่ป่วยเป็นโรคพยาธิ
 - มีแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นในหมู่บ้าน
 - ชาวบ้านมีภูมิคุ้มกันโรคท้องร่วง
 - ชาวบ้านมีน้ำดื่มที่ถูกสุขลักษณะ
 - ชาวบ้านมีน้ำดื่มแทนน้ำจากหนองน้ำ

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 2 ตอบคำถามข้อ 5 - 8

สถานการณ์ที่ 2 "บ้านหลังหนึ่งปลูกอยู่ริมแม่น้ำทุกปีเมื่อมีการวัดน้ำที่พบว่าน้ำของบริเวณนี้ลดลง โดยเฉพาะเนื้อที่บริเวณใกล้กับฝั่งแม่น้ำที่เป็นที่โล่ง"

5. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้
- เกิดน้ำท่วมบ้านทุกปี
 - เนื้อที่ของบ้านนี้ลดลง
 - แม่น้ำสายนี้เปลี่ยนทางเดิน
 - น้ำในแม่น้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้น
 - บ้านหลังนี้อยู่ใกล้แม่น้ำมากเกินไป

6. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
- น้ำกักเขอะดิน
 - ป่าถูกทำลายน้ำจึงท่วม
 - ฝนไม่ตกทำให้ น้ำลดลง
 - คนทิ้งขยะมากแม่น้ำจึงตื้นเขิน
 - การสร้างเขื่อนกั้นน้ำทำให้ น้ำเพิ่มขึ้น
7. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหามาในสถานการณ์นี้อย่างไร
- ปลูกต้นไม้ริมตลิ่ง
 - ขนดินจากที่อื่นมาถมริมตลิ่ง
 - ปลูกป่าทดแทนป่าที่ถูกทำลาย
 - ห้ามประชาชนทิ้งขยะลงในแม่น้ำ
 - ให้เขื่อนปล่อยน้ำปริมาณน้อยลง
8. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้เป็นอย่างไร
- น้ำไม่ท่วมบ้านหลังนี้
 - ปริมาณน้ำในแม่น้ำลดลง
 - แม่น้ำสายนี้จะมีขนาดกว้างกว่าเดิม
 - บ้านหลังนี้จะมีบริเวณบ้านเพิ่มขึ้นทุกปี
 - บ้านหลังนี้มีบริเวณบ้านไม่เปลี่ยนแปลง

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 3 ตอบคำถามข้อ 9 - 12

สถานการณ์ที่ 3 "หมู่บ้านหนึ่งในฤดูแล้งจะเกิดภาวะขาดแคลนน้ำ ชาวบ้านจึงคิดสร้างอ่างเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง จึงช่วยกันขุดดินซึ่งเป็นดินปนทรายสร้างเป็นอ่างเก็บน้ำ เมื่อฝนตกลงมาจะมีน้ำขังเต็มอ่าง แต่ต่อมาภายในเวลาเพียง 1 สัปดาห์เท่านั้น น้ำในอ่างเก็บน้ำก็ค่อย ๆ ลดลง และในที่สุดก็แห้งหมด"

9. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. ชาวบ้านไม่มีน้ำสำหรับปลูกข้าว
 - ข. ชาวบ้านไม่มีน้ำประปาไว้บริโภค
 - ค. เกิดภาวะขาดแคลนน้ำในหมู่บ้าน
 - ง. น้ำในอ่างเก็บน้ำหายไปไหนหมด
 - จ. น้ำในอ่างเก็บน้ำไม่เหมาะในการดื่ม
10. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. ดินปนทรายไม่อุ้มน้ำ
 - ข. น้ำจากอ่างเก็บน้ำไหลลงสู่ที่ต่ำกว่า
 - ค. แสงแดดส่องทำให้ให้น้ำระเหยหมด
 - ง. หมู่บ้านนี้ไม่มีการขุดคลองชลประทาน
 - จ. สิ่งแวดล้อมรอบอ่างเก็บน้ำแห้งแล้งมาก
11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหานี้ในสถานการณ์นี้อย่างไร
 - ก. ขุดบ่อบาดาลไว้เพื่อไม่ให้ขาดแคลนน้ำ
 - ข. หาพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมกับดินทรายมาปลูก
 - ค. สร้างเขื่อนกั้นน้ำในหมู่บ้านแล้วขุดคลองชลประทาน
 - ง. กั้นพลาสติกคลุมอ่างเก็บน้ำเพื่อป้องกันการระเหย
 - จ. ปลูกพืชรากตื้นที่กั้นอ่างเพื่อไม่ให้ให้น้ำซึมลงไป
12. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหานี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
 - ก. ชาวบ้านปลูกข้าวได้
 - ข. มีคลองชลประทานในหมู่บ้าน
 - ค. อ่างเก็บน้ำสามารถเก็บน้ำไว้ได้
 - ง. ชาวบ้านมีน้ำบาดาลที่สะอาดไว้ดื่ม
 - จ. น้ำในอ่างเก็บน้ำไม่ถูกแสงแดดส่องระเหย

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 4 ทอมค่าถามข้อ 13 - 16

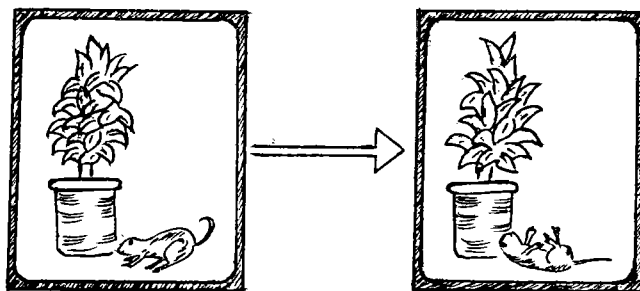
สถานการณ์ที่ 4 "บริเวณที่ขึ้นและรอบหนองน้ำท้ายหมู่บ้านคงมีหลอด มีใบไม้ที่หล่นจากต้นไม้ รอบหนองน้ำที่ขุดอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ชาวบ้านยังตักน้ำจากหนองน้ำนี้ ไปใช้ดื่มหรืออาบได้ เมื่อเวลาใกล้ค่ำหรือกลางคืนชาวบ้านจะไม่กล้ามา ตักน้ำที่หนองน้ำ เพราะมีคนเห็นดวงไฟลอยขึ้นมาจากหนองน้ำเสมอ ทำให้พวกเขากลัวว่าคงมีผีปอบอยู่ในหมู่บ้าน"

13. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. มีผีปอบอยู่ในหมู่บ้าน
 - ข. ทำไมมีดวงไฟลอยขึ้นมาจากหนองน้ำ
 - ค. ชาวบ้านไม่สามารถใช้น้ำในหนองน้ำ
 - ง. ใบไม้ที่หล่นในหนองน้ำทำให้น้ำสกปรก
 - จ. เวลากลางคืนชาวบ้านไม่กล้าออกจากบ้าน
14. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. หมู่บ้านนี้ไม่มีไฟฟ้าใช้
 - ข. มีผีปอบออกมากินปลาในหนองน้ำ
 - ค. รอบ ๆ หนองน้ำมีพอสฟอรัสเรืองแสง
 - ง. การขุดของใบไม้ทำให้น้ำในหนองสกปรก
 - จ. ดวงไฟเกิดจากใบไม้ที่ขุดทำให้เกิดกาชุกรวมชาติที่เรืองแสงได้
15. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร
 - ก. คัดตักไฟที่หนองน้ำเพื่อให้สว่าง
 - ข. เก็บกวาดใบไม้รอบหนองน้ำไปเผาทิ้ง
 - ค. นำน้ำในหนองน้ำไปฆ่าเชื้อโรคก่อนดื่ม
 - ง. สืบหาคนที่เป็ผีปอบแล้วไล่ออกจากหมู่บ้าน
 - จ. ทดลองให้ชาวบ้านเข้าใจว่าดวงไฟเกิดจากอะไร

16. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
- ไม่มียี่ปอยอาละวาดในหมู่บ้านอีก
 - ชาวบ้านสามารถถอนถอนบ้านได้
 - ชาวบ้านมีความเข้าใจเกี่ยวกับดวงไฟ
 - ชาวบ้านมีน้ำดื่มสะอาดปราศจากเชื้อโรค
 - หมู่บ้านนี้มีไฟฟ้าใช้ในเวลากลางวัน

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 5 ตอบคำถามข้อ 17 - 20

สถานการณ์ที่ 5 "นักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งทำการทดลองโดยตั้งตุ้มไว้กลางแสงแดดเป็นเวลา 1 ชั่วโมงถึงภาพ"

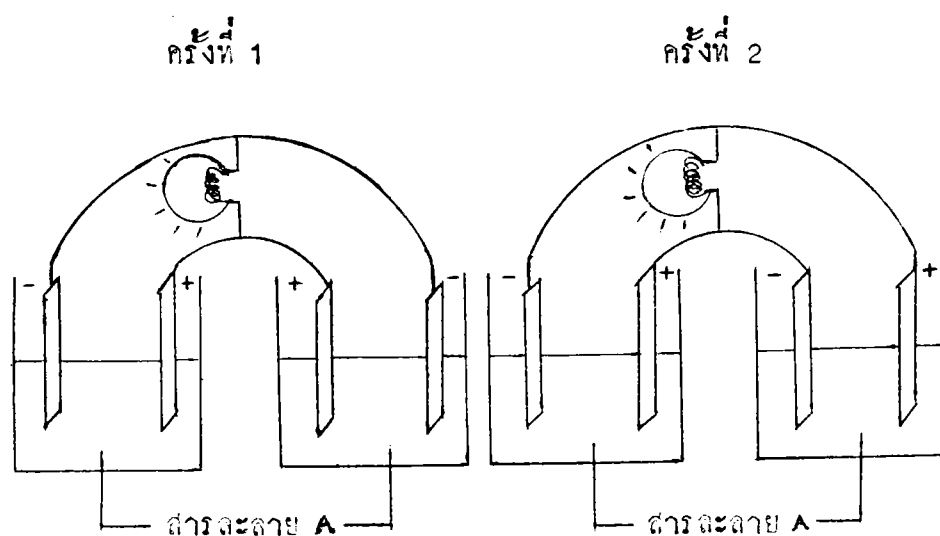


17. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้
- ทำไมหนูจึงตาย
 - พืชไม่ได้รับแสงแดด
 - ต้นไม้แย่งอากาศหนูหายใจ
 - ภายในตุ้มไม่มีอากาศ
 - ต้นไม้ไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร
18. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหา
- หนูตัวนี้ขาดอาหาร
 - ต้นไม้นี้เป็นต้นไม้พิษ
 - ต้นไม้ไม่ได้สังเคราะห์แสง
 - หนูตัวนี้ขาดแสงแดดจึงหยุดหายใจ
 - หนูตัวนี้ขาดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

19. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาอย่างไร
- นำต้นไม้ออก
 - หาสัตว์มาให้มันเป็นสีขาว
 - ใช้ตุ๊กที่เป็นตุ๊กโปรงแสง
 - นำอาหารใส่ไว้ให้หนูกิน
 - ใช้แสงไฟส่องภายนอกตู้แทนแสงแดด
20. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้เป็นอย่างไร
- หนูตัวนี้ไม่ตาย
 - ต้นไม้เจริญงอกงามดี
 - การเปลี่ยนสีตุ๊กทำให้ต้นไม้สังเคราะห์แสงได้
 - ต้นไม้ใช้แสงที่ส่องจากภายนอกตู้มีคแทนแสงอาทิตย์
 - หนูที่อยู่ในตู้มีคเพียงอย่างเดียวมีอาการผอมแถมการหายใจ

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 6 ตอบคำถามข้อ 21 - 24

สถานการณ์ที่ 6 "ในการทดลองเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี ถึงภาพข้างล่าง โดยการทดลองทั้งสองครั้งใช้อุปกรณ์เหมือนกัน"



21. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้
- การทดลองครั้งที่สองหลอดไฟไม่สว่าง
 - การทดลองครั้งที่หนึ่งหลอดไฟสว่างน้อยกว่าครั้งที่สอง
 - การทดลองทั้งสองครั้งใช้แผ่นโลหะแตกต่างกัน
 - สายไฟที่ใช้ในการทดลองครั้งที่หนึ่งชำรุด
 - การทดลองทั้งสองครั้ง ไม่มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น
22. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหา
- แผ่นโลหะทั้งสองไม่นำไฟฟ้า
 - สารละลาย A ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า
 - สารละลาย A เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่ดี
 - การต่อขั้วไฟฟ้าโดยเอาขั้วเหมือนกันต่อกัน
 - การต่อขั้วไฟฟ้าโดยเอาขั้วต่างกันต่อกัน
23. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหานี้อย่างไร
- เปลี่ยนสายไฟฟ้าใหม่
 - ใช้แผ่นโลหะที่เป็นโลหะต่างชนิดกัน
 - ต่อวงจรโดยเอาขั้วที่ต่างกันต่อกัน
 - นำแบตเตอรี่มาต่อเข้ากับหลอดไฟ
 - ใช้สารละลายที่เป็นตัวนำไฟฟ้าแทนสารละลาย A
24. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหานี้ ผลที่ได้เป็นอย่างไร
- หลอดไฟในการทดลองครั้งที่สองสว่างกว่า
 - ศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองเท่ากัน
 - หลอดไฟในการทดลองทั้งสองครั้งสว่างเท่ากัน
 - มีกระแสไฟฟ้าไหลมากขึ้นในการทดลองครั้งที่สอง
 - หลอดไฟในการทดลองครั้งที่สองสว่างมากขึ้น

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 7 ของคำถามข้อ 25 - 28

สถานการณ์ที่ 7 "ชายคนหนึ่งจอดรถทิ้งไว้หน้าสำนักงาน ก่อนลงจากรถเขาได้ไขกระจกกขึ้นทั้งหมด หลังจากเขาไปทำธุระ 3 ชั่วโมง เมื่อกลับมาพบว่ากระจกรถคันข้างแตกเป็นรอยร้าว จากการสอบถามผู้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงทราบว่าไม่มีใครขว้างกระจกเลย เมื่อเปิดเข้าไปในรถเขาสังเกตเห็นคินน้ำมันที่วางอยู่เฝิ้มเหลว"

25. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. ใครเป็นคนทุบกระจก
- ข. กระจกแตกเพราะอะไร
- ค. สำนักงานแห่งนี้ไม่มีที่จอดรถ
- ง. ทำไมคินน้ำมันเกิดการเฝิ้มเหลว
- จ. ทำไมแสงแดดทำให้กระจกแตก

26. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหา

- ก. สำนักงานแห่งนี้ขาดร่มไม้
- ข. คินน้ำมันได้รับความร้อนจึงเฝิ้มเหลว
- ค. กระจกรถได้รับความร้อนจึงหักทำให้กระจกแตก
- ง. อุณหภูมิของอากาศนอกที่สูงขึ้นจึงขยายตัวคันกระจกแตก
- จ. อุณหภูมิของอากาศในรถที่สูงขึ้นจึงขยายตัวคันกระจกรถแตก

27. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร

- ก. จ้างคนเฝ้ารถขณะไปธุระ
- ข. ใช้วัสดุทำกระจกลดให้หนาขึ้น
- ค. ปลุกต้นไม้เพื่อให้มีร่มไม้จอดรถ
- ง. เปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ในรถเพื่อลดอุณหภูมิ
- จ. ทำช่องระบายอากาศภายในรถให้ออกมาข้างนอก

28. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้เป็นอย่างไร
- ก. กระจกรถหนาทานไม่แตกง่าย
 - ข. อุณหภูมิของอากาศภายในรถลดลง
 - ค. รถยนต์ที่จอดตากันไม้กระจกไม่แตก
 - ง. เครื่องปรับอากาศทำให้อุณหภูมิภายในรถลดลง
 - จ. เก็บกินน้ำมันภายในรถยนต์ได้นาน ๆ โดยไม่เสียเวลา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง อาหารและพลังงาน

คำชี้แจง

1. ข้อสอบฉบับนี้มีจำนวน 60 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วกาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ เช่น คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
1	X				
2					

3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ชักรเส้น 2 เส้น ทับเครื่องหมาย X แล้วกาเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกที่ต้องการใหม่ เช่น ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก ข้อ ก เป็นข้อ ง ดังนี้

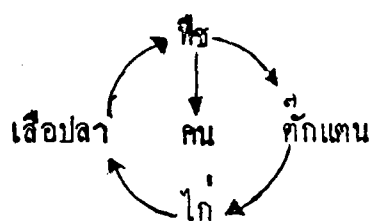
ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
1	X			X	
2					

4. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียบร้อยแล้วลงมือทำข้อสอบ

1. พลังงานที่มีชีวิตใช้ในการเคลื่อนไหว คือพลังงานอะไร

- ก. พลังงานศักย์
- ข. พลังงานจลน์
- ค. พลังงานเคมี
- ง. พลังงานกล
- จ. พลังงานความร้อน

2. แผนภาพนี้อธิบายถึงเรื่องอะไร



- ก. วงจรการกินอาหารของสัตว์
 - ข. การบริโภคอาหารของสัตว์
 - ค. ห่วงโซ่อาหารที่มีคนเป็นผู้บริโภค
 - ง. การถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิต
 - จ. สายใยอาหารที่มีพืชเป็นผู้บริโภคเสือปลา
3. จากขบวนการสังเคราะห์แสง จะเกิดการสะสมพลังงานในรูปใด
- ก. พลังงานกล
 - ข. พลังงานแสง
 - ค. พลังงานเคมี
 - ง. พลังงานความร้อน
 - จ. พลังงานศักย์และพลังงานกล

4. ถ้าเราจัดให้ ชาวโทท ตักแตน และนก ไว้ในกลุ่มเดียวกัน แสดงว่าใช้อะไรเป็นเกณฑ์
- การเป็นผู้ผลิต
 - การเป็นผู้บริโภค
 - การเป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน
 - การเป็นแหล่งพลังงานขั้นต้นของสิ่งมีชีวิต
 - ความสามารถในการถ่ายทอดพลังงาน
5. การกินอาหารในข้อใดไม่เป็นการถ่ายทอดพลังงาน
- ละมั่งกินกินโป่ง
 - ปลากัดกินลูกน้ำ
 - เหยี่ยวกินลูกไก่
 - ม้ากินข้าวเปลือก
 - แมวกินปลาอย่าง

คำชี้แจง จากสถานการณ์นี้ ให้ตอบคำถามข้อ 6 - 8

"เด็กชายเต่าสังเกตเห็นปลาซ่อนตัวไว้ในสระน้ำ กำลังขุดปลาเล็ก ๆ ซึ่งกินตะไคร่น้ำอยู่ลึกๆ เด็กชายเต่าจับปลาซ่อนตัวนี้ได้และนำไปย่าง แต่แมวแอบคาบไปกินเสียก่อน เด็กชายเต่าจึงจับแมวมาลงโทษ"

6. จากสถานการณ์นี้ ห่วงโซ่อาหารที่ถูกต้อง คือข้อใด
- ตะไคร่น้ำ → ปลาเล็ก → ปลาซ่อน → แมว
 - ตะไคร่น้ำ → ปลาเล็ก → ปลาซ่อน → เด็กชายเต่า → แมว
 - ตะไคร่น้ำ ← ปลาเล็ก ← ปลาซ่อน ← แมว
 - ตะไคร่น้ำ ← ปลาเล็ก ← ปลาซ่อน ← เด็กชายเต่า ← แมว
 - ตะไคร่น้ำ ← ปลาเล็ก ← ปลาซ่อน ← แมว ← เด็กชายเต่า

7. แมวได้รับพลังงานโดยตรงจากอะไร
- ก. ตะไคร่น้ำ
 - ข. ปลาช่อน
 - ค. ปลาเล็ก
 - ง. กุ้งชายเต่า
 - จ. ตะไคร่น้ำ
8. จากสถานการณ์ ใครไม่ได้รับการถ่ายทอดพลังงานใดเลย
- ก. แมว
 - ข. ปลาช่อน
 - ค. ปลาเล็ก
 - ง. ตะไคร่น้ำ
 - จ. กุ้งชายเต่า

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 9 - 10

"ในระบบนิเวศน์แห่งหนึ่งประกอบด้วย ผักบุ้ง บัว ปลา เต่า กบ แมลงปอ ตะไคร่น้ำ และคน ถ้าบัวและผักบุ้งเป็นอาหารของเต่า ปลากินตะไคร่น้ำ แมลงปอกิน เกสรดอกบัว กบกินแมลงปอ และคนกินปลา เต่า และกบ"

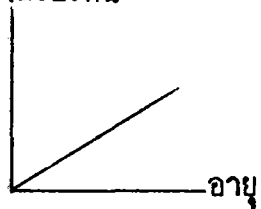
9. ข้อใดแสดงการถ่ายทอดพลังงานที่ถูกต้อง

- ก. ผักบุ้ง → ปลา → คน
- ข. ผักบุ้ง → เต่า → กบ
- ค. ตะไคร่น้ำ → ปลา → เต่า
- ง. ตะไคร่น้ำ → ปลา → คน
- จ. บัว → แมลงปอ → เต่า

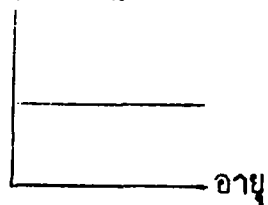
10. ใครคือผู้บริโภคอันดับหนึ่ง
- ปลา กบ
 - ปลา แมลงปอ
 - แมลงปอ คน
 - แมลงปอ กบ
 - ปลา เต่า กบ
11. อาหารกลุ่มใดที่ไม่ให้พลังงาน
- วิตามิน เกสโตร
 - เกสโตร น้ำตาลกลูโคส
 - น้ำตาลกลูโคส น้ำมันตับปลา
 - น้ำมันตับปลา วิตามิน
 - วิตามิน น้ำตาลโตนด
12. นิ่งหนองเป็นเด็กขอมแห่ง ฝูหนังกร้าน ไม่โต สติปัญญาเสื่อม คิดว่านึ่งหนองขาดสารอาหารประเภทใดมากที่สุด
- น้ำ
 - โปรตีน
 - เกสโตร
 - วิตามิน
 - คาร์โบไฮเดรต
13. นักเรียนคิดว่า การที่คนในประเทศเขตนาวนิยมกินอาหารประเภท นม เนย และอาหารที่มีไขมันมาก เนื่องจากเหตุผลในข้อใด
- ทำให้ร่างกายสูงใหญ่
 - ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต
 - ป้องกันโรคที่เป็นกันมากในเขตนาว
 - ทำให้ร่างกายแข็งแรง ป้องกันโรคภัยได้
 - ทำให้ร่างกายอบอุ่น ต่อสู้กับความหนาวได้

14. กราฟในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณความต้องการอาหารโปรตีน กับ อายุได้ถูกต้อง

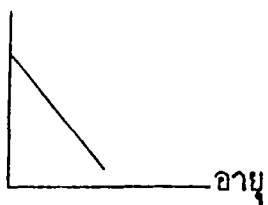
ก. ปริมาณโปรตีน



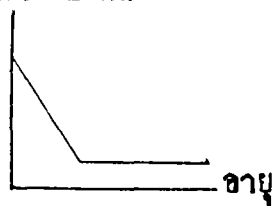
ข. ปริมาณโปรตีน



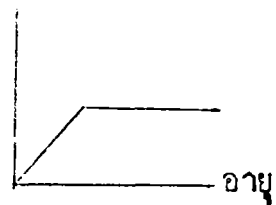
ค. ปริมาณโปรตีน



ง. ปริมาณโปรตีน



จ. ปริมาณโปรตีน



คำสั่ง ให้อ่านและใช้ข้อมูลผลการทดสอบสารอาหารในตารางข้างล่างนี้ ทบคำตอบข้อ

15 - 17

ชนิดอาหาร	การเปลี่ยนแปลงเมื่อเคี้ยวสารละลายชนิดต่าง ๆ			ถูกบดกระเทาะ
	ไอโอดีน	เบเนดิกต์	ไบยูเรต	
1	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	สีม่วง	โปร่งแสง
2	สีน้ำเงิน	สีส้ม	สีม่วง	โปร่งแสง
3	สีน้ำเงิน	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
4	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	โปร่งแสง
5	ไม่เปลี่ยนแปลง	สีส้ม	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง

15. อาหารชนิดใดประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต

- ก. 1 และ 2
- ข. 2 และ 3
- ค. 3 และ 4
- ง. 4 และ 5
- จ. 1 และ 5

16. อาหารชนิดใด มีทั้งโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน เป็นส่วนประกอบ

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4
- จ. 5

17. จากการทดลองนี้ สามารถสรุปผลได้ทั้งข้อใด
- ก. อาหารชนิดที่ 1, 2, 3 มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ
 - ข. อาหารชนิดที่ 2 และ 3 มีทั้งโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต
 - ค. อาหารชนิดที่ 2 และ 3 ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส
 - ง. อาหารชนิดที่ 1, 2, 4 มีไขมันเป็นองค์ประกอบ
18. ถ้าอยากทราบว่า เป็นโรคเบาหวานหรือไม่ จะต้องนำน้ำปัสสาวะมาทดสอบกับสารใด
- ก. ไบยูเรต
 - ข. ไอโอดีน
 - ค. ซัลฟูริก
 - ง. เบเนดิกต์
 - จ. โปตัสเซียมไอโอไดค์

คำชี้แจง ให้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 19 - 21

"เมื่อเผาอาหารชนิดหนึ่ง แล้วเผาได้สารสีดำ มีของเหลวเกาะอยู่ข้างหลอดทดลอง และเกิดก๊าซชนิดหนึ่งซึ่งทำให้น้ำปูนใสขุ่น"

19. ก๊าซที่เกิดขึ้นคือก๊าซอะไร
- ก. ออกซิเจน
 - ข. แอมโมเนีย
 - ค. คาร์บอนไดออกไซด์
 - ง. คาร์บอนมอนนอกไซด์
 - จ. ไฮโดรเจนซัลไฟด์

20. เมื่อน้ำของเหลวที่ไค้ไปทดสอบกับจุนสีสะกุกแล้ว ทำใ้จุนสีสะกุกเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินของเหลวที่ไค้คืออะไร
- น้ำ
 - น้ำปูนใส
 - น้ำแอมโมเนีย
 - กรกคาร์บอนิก
 - สารละลายน้ำตาล
21. จากการทดลองนี้สรุปไ้ว่าอย่างไร
- ในอาหารมีพลังงานเคมีสะสมอยู่
 - ในอาหารมีพลังงานความร้อนอยู่
 - เมื่อเกิดพลังงานเคมีจะไค้สารใหม่
 - การเผาอาหารจะเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบคายความร้อน
 - อาหารประกอบด้วยธาตุที่สำคัญคือ คาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน
22. น้ำนม เนื่อ ไ้ และพืชหลายชนิดทำให้กระดูกและฟันแข็งแรง แสดงว่าในอาหารเหล่านี้มีสารอาหารชนิดใดอยู่มาก
- ธาตุเหล็ก
 - ธาตุไอโอดีน
 - ธาตุคลอรีน
 - ธาตุโซเดียม
 - ธาตุแมกนีสิ

ค่าชี้แจง จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 23

อาหาร 100g	แคลเซียม mg	ฟอสฟอรัส mg
เนื้อไก่	14	200
เนื้อหมู	7	117
ไข่ไก่	76	186
ถั่วเหลือง	246	509
ผักคะน้า	127	30

23. ถ้าต้องการให้กระดูกและฟันแข็งแรง จะเลือกกินอาหารชนิดใดเหมาะสมที่สุด

- ก. ไข่ไก่
- ข. เนื้อหมู
- ค. เนื้อไก่
- ง. ผักคะน้า
- จ. ถั่วเหลือง

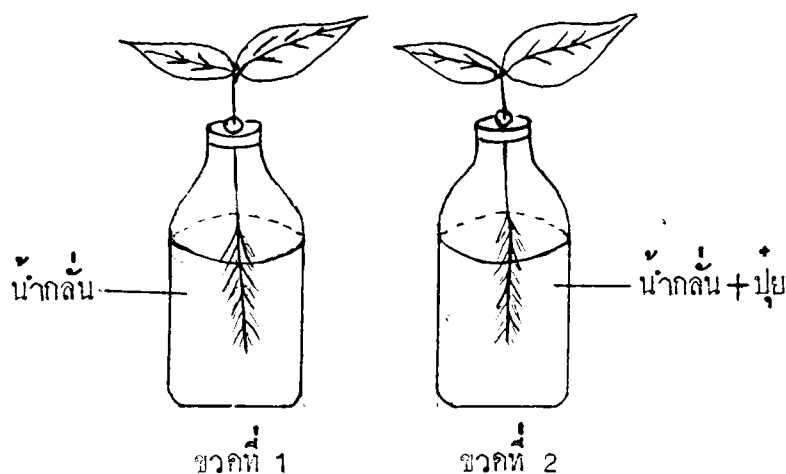
24. โรคโลหิตจางเกิดจากขาดแร่ธาตุอะไร

- ก. เหล็ก
- ข. ไอโอดีน
- ค. โซเดียม
- ง. แคลเซียม
- จ. ฟอสฟอรัส

25. จากข้อ 24 ท่านมีวิธีป้องกันโรคดังกล่าวได้โดยรับประทานอาหารในข้อใด
- นม เนื่อไก่
 - อาหารทะเลและเกล็ดสมุทร
 - ตับ เนื้อวัว ผักสีเขียว
 - ไข่ พืชตระกูลถั่ว มะเขือเทศ
 - ผักสีเหลือง นม นมปลาดี
26. ธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมาก และในดินมักขาด ประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง
- คัลเซียม กำมะถัน เหล็ก
 - เหล็ก มังกานีส ทองแดง
 - คาร์บอน มกนีเซียม กำมะถัน
 - ออกซิเจน ไฮโดรเจน คาร์บอน
 - ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม

คำชี้แจง จากข้อต่อไปนี้ ให้ไขข้อคำถามข้อ 27 - 29

"นำต้นถั่ว 2 ต้น ทดลองปลูกในขวดครึ่งรูป ตั้งทิ้งไว้ 3 สัปดาห์ ทำการสังเกตและบันทึกผล"



27. สิ่งที^๑สังเก^๑ตไ^๑จากภาพคืออะไร
- ก. ต้น^๑ถั^๑ที่^๑ไ^๑เป็น^๑ต้น^๑ถั^๑เขีย^๑ว
 - ข. ชว^๑คที่^๑ไ^๑เป็น^๑ชว^๑คแ^๑ว
 - ค. ต้น^๑ถั^๑มี^๑ใบ 2 ใบ เ^๑ทากัน
 - ง. ราก^๑ถั^๑เป็น^๑ราก^๑ฝอย^๑ห้^๑งหม^๑ค
 - จ. ความ^๑เข้^๑ม^๑ชน^๑ของ^๑สาร^๑ไม่^๑เ^๑ทากัน
28. ในการ^๑ห^๑ค^๑ล^๑อง^๑นี้^๑ สิ่ง^๑ใด^๑ที่^๑เ^๑ก^๑ต^๑ก^๑าง^๑กัน
- ก. ชน^๑า^๑ค^๑ชว^๑ค
 - ข. ชน^๑า^๑ค^๑ต้น^๑ถั^๑
 - ค. จ^๑ำน^๑ว^๑น^๑ใบ
 - ง. ชน^๑า^๑ค^๑ร^๑าก
 - จ. ความ^๑เข้^๑ม^๑ชน^๑ของ^๑สาร
29. การ^๑ห^๑ค^๑ล^๑อง^๑นี้^๑ค^๑อง^๑การ^๑ศึ^๑ก^๑ษา^๑เรื่อ^๑ง^๑ใ^๑ค
- ก. การ^๑ค^๑าย^๑น้ำ^๑ของ^๑พืช
 - ข. การ^๑สั^๑ง^๑เคร^๑าะ^๑ห์^๑แสง^๑ของ^๑พืช
 - ค. การ^๑เจ^๑ริ^๑ญ^๑เคิ^๑บ^๑โ^๑ค^๑ของ^๑ต้น^๑ถั^๑
 - ง. ปุ^๑๋ย^๑กั^๑บ^๑การ^๑เจ^๑ริ^๑ญ^๑เคิ^๑บ^๑โ^๑ค^๑ของ^๑ต้น^๑พืช
 - จ. สาร^๑ละ^๑ลาย^๑กั^๑บ^๑การ^๑เจ^๑ริ^๑ญ^๑เคิ^๑บ^๑โ^๑ค^๑ของ^๑ต้น^๑พืช
30. พ^๑ย^๑ว^๑า^๑ต้น^๑เง^๑า^๑จะ^๑มี^๑อา^๑การ^๑ใบ^๑เห^๑ลือ^๑ง^๑ ช^๑ณะ^๑ที่^๑เส้น^๑ใบ^๑ยั^๑ง^๑เขีย^๑ว^๑ ใบ^๑เป^๑ระ^๑ห้^๑ง^๑่าย^๑ มี^๑จุ^๑ค^๑สี^๑ขาว^๑ เล็ก^๑ ๆ กระจาย^๑ไป^๑ห้^๑ว^๑ใบ^๑ ห้^๑ง^๑ ๆ ที่^๑ใส่^๑ปุ^๑๋ย^๑ NPK แล^๑ว^๑ นัก^๑เรี^๑ยน^๑ท้^๑ง^๑สม^๑ม^๑ทึ^๑ร^๑า^๑น^๑ของ^๑อา^๑การ^๑นี้^๑ว^๑า^๑อ^๑ย^๑าง^๑ไร
- ก. ต้น^๑เง^๑า^๑จะ^๑เกิ^๑ต^๑เชื^๑้อ^๑รา
 - ข. ต้น^๑เง^๑า^๑จะ^๑ชา^๑ค^๑ฮ^๑อ^๑ร^๑โม^๑น
 - ค. ต้น^๑เง^๑า^๑จะ^๑ชา^๑ค^๑ชา^๑ตุ^๑เห^๑ลื^๑ก
 - ง. ต้น^๑เง^๑า^๑จะ^๑ชา^๑ค^๑ชา^๑ตุ^๑ก^๑ำ^๑มะ^๑ถั^๑น
 - จ. ต้น^๑เง^๑า^๑จะ^๑ชา^๑ค^๑ชา^๑ตุ^๑ม^๑ัก^๑นี^๑เชื^๑ยม

31. จากข้อ 30 จะมีวิธีแก้ปัญหาใดต่อไปนี้
 ก. ฉีดยาฆ่าเชื้อรา
 ข. ฉีดฮอร์โมน
 ค. ให้ธาตุเหล็ก
 ง. เติมธาตุกำมะถัน
 จ. เติมปุ๋ยที่มีธาตุแมกนีเซียม
32. ถ้าท่านแก้ปัญหาข้างกล่าวได้ ผลที่ตามมาจะเป็นอย่างไร
 ก. ต้นเงาะหายจากเชื้อรา
 ข. ต้นเงาะจะออกดอกติดผล
 ค. ใบเงาะจะมีสีเขียวแทนสีขาว
 ง. ต้นเงาะจะหายจากอาการใบเหลือง ใบไม่เปราะหักหายไป
 จ. ต้นเงาะเจริญเติบโต แข็งแรง และมีลูกตก
33. ถ้าต้องการทดสอบวิตามินซีในผลไม้ จะต้องใช้สารใดในการทดสอบ
 ก. น้ำแป้งผสมเบเนดิกต์
 ข. น้ำแป้งสุกผสมไอโอดีน
 ค. น้ำแป้งผสมไบยูเรต
 ง. น้ำแป้งผสมไอโอดีน
 จ. น้ำแป้งสุกผสมไบยูเรต
34. ถ้าต้องการเปรียบเทียบปริมาณของวิตามินซี ในอาหาร 3 ชนิด จะต้องควบคุม
 ตัวแปรต่าง ๆ ยกเว้น ตัวแปรใด
 ก. ปริมาณน้ำแป้ง
 ข. จำนวนหยกของไอโอดีน
 ค. ความเข้มข้นของน้ำแป้ง
 ง. จำนวนหยกของสารที่จะทดสอบ
 จ. ขนาดของหยกของสารที่จะทดสอบ

คำชี้แจง ให้ใช้ตารางแสดง ผลการทดสอบวิตามินซีในสารต่าง ๆ ตอบคำถามข้อ 35 - 37

สารละลาย	จำนวนหยดของสารละลาย
วิตามินซี 0.01%	19
มะนาว	13
ส้ม	20
สับปะรด	18
แตงโม	34
มะขาม	50

35. ผลไม้ใดที่มีวิตามินซี น้อยที่สุด

- ก. มะนาว
- ข. ส้ม
- ค. สับปะรด
- ง. แตงโม
- จ. มะขาม

36. ผลไม้ใดที่มีวิตามินซี มากกว่า 0.01%

- ก. มะนาว ส้ม
- ข. ส้ม แตงโม
- ค. สับปะรด มะนาว
- ง. ส้ม สับปะรด
- จ. แตงโม มะขาม

37. ถ้าทำการทดสอบน้ำฝรั่งแล้ว พบว่า มีวิตามินซีต่ำกว่ามะนาว แต่สูงกว่าส้มประก
 กงนั้น ผลการทดสอบควรจะเป็นเช่นใด
- ก. มีวิตามินซีสูงกว่า 0.01%
 - ข. จำนวนหยกของสารละลายมากกว่า 13 หยก
 - ค. จำนวนหยกของสารละลายต่ำกว่า 13 หยก
 - ง. จำนวนหยกของสารละลายอยู่ระหว่าง 13 - 18 หยก
 - จ. ผลการทดลองจะเป็นไปตามผลที่กล่าวมาทั้งหมด
38. วิตามินอะไรที่ไม่พบในเนื้อสัตว์
- ก. วิตามิน A
 - ข. วิตามิน B₁
 - ค. วิตามิน B₂
 - ง. วิตามิน B₆
 - จ. วิตามิน C
39. อาหารในข้อใดให้วิตามินซีแก่ร่างกายน้อยที่สุด
- ก. แดงไทยสุก
 - ข. แดงกวาอ่อน
 - ค. มะนาวคอง
 - ง. ส้มประกสุก
 - จ. ส้มเขียวหวาน
40. อาการในข้อใดเกิดจากการขาดวิตามินซี
- ก. เลือดแข็งตัวช้า
 - ข. เบื่ออาหารไม่มีแรง
 - ค. เป็นโรคกระดูกอ่อน
 - ง. ผิวหนังแห้งและแตก
 - จ. เลือดออกตามไรฟัน

41. ในการย่ำต้ก วิตามินอะไรจำเป็นสำหรับคนไต้

- ก. วิตามิน A
- ข. วิตามิน C
- ค. วิตามิน D
- ง. วิตามิน E
- จ. วิตามิน K

คํำชี้แจง ให้ใช้ข้อมูลจากตารางตอบคํำถามข้อ 42 - 44

เพศ	อายุ	นํ้ำหนัก kg	หลังงาน kcal	คัลเชื้อม g	เหล็ก mg	วิตามิน		
						A	B ₁	C
เก็กชาย	13 - 15	36	2800	0.7	11	2.4	1.1	30
เก็กหญิง	13 - 15	38	2355	0.6	16	2.4	0.9	30
ชาย	20 - 29	54	2550	0.5	6	2.5	1.0	30
หญิง	20 - 29	47	1800	0.4	16	2.5	0.7	30
หญิงมีครรภ์			+ 200	1.0	26	2.5	0.8	50
หญิงให้นมบุตร			+ 100	1.2	26	4.0	1.1	50

42. ตารางนี้แสดงถึงเรื่องอะไร

- ก. คุณภาพอาหาร
- ข. ปริมาณสารอาหารที่ร่างกายต้องการ
- ค. ความสำคัญของสารอาหารต่อร่างกาย
- ง. แหล่งของสารอาหารจำเป็นต่อร่างกาย
- จ. ชนิดของสารอาหารที่ร่างกายต้องการ

43. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. หญิงและชายต้องการวิตามิน C เท่ากัน
- ข. เด็กชายต้องการพลังงานสูงกว่าเด็กหญิง
- ค. หญิงต้องการธาตุเหล็กและวิตามินสูงกว่าชาย
- ง. วิตามินจำเป็นมากสำหรับหญิงให้นมบุตร
- จ. หญิงมีครรภ์ต้องการธาตุเหล็กและแคลเซียมสูงกว่าปกติ

44. จากตารางสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. อาหารทุกหมู่มีประโยชน์จึงต้องกินให้ครบ
- ข. การกินอาหารต้องให้ได้ปริมาณเป็นสัดส่วนกับอายุ
- ค. ความต้องการพลังงานขึ้นอยู่กับน้ำหนักและเพศต่างกันต้องการพลังงานต่างกัน
- ง. คนสูงอายุความต้องการสารอาหารมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเพศ
- จ. เพศ วัย อายุ น้ำหนัก และสภาพร่างกาย เป็นตัวกำหนดปริมาณสารอาหาร

คำชี้แจง ให้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 45 - 46

"เมื่อนำเนื้อมะพร้าวแห้งเผามาต้ม น้ำจำนวน 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร

อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้วทำให้น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 60 องศาเซลเซียส"

45. เมื่อมีการเผาเนื้อมะพร้าวแห้ง มีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไรบ้าง

- ก. ศักย์ → ความร้อน → แสง
- ข. จลน์ → เคมี → แสง
- ค. เคมี → ความร้อน → แสง
- ง. ความร้อน → แสง → เคมี
- จ. จลน์ → แสง → เคมี

46. เนื้อมะพร้าวแห้งให้ค่าพลังงานความร้อนเท่าไร

- ก. 25 กิโลจูล
- ข. 50 กิโลจูล
- ค. 85 กิโลจูล
- ง. 625 กิโลจูล
- จ. 875 กิโลจูล

คำชี้แจง ให้ใช้ข้อมูลจากตารางตอบคำถามข้อ 47

อาหาร 100g	พลังงาน kcal	โปรตีน g	ไขมัน g	คาร์โบไฮเดรต g	แคลเซียม mg
แตงกวา	15	0.9	0.1	3.4	25
ถั่วฝักยาว	38	2.8	0.2	8.2	42
กล้วยหอม	131	1.0	0.2	31.4	26
ไข่ไก่ทั้งฟอง	163	12.9	11.5	0.8	61
น้ำปลา	26	6.1	0.2	0	72

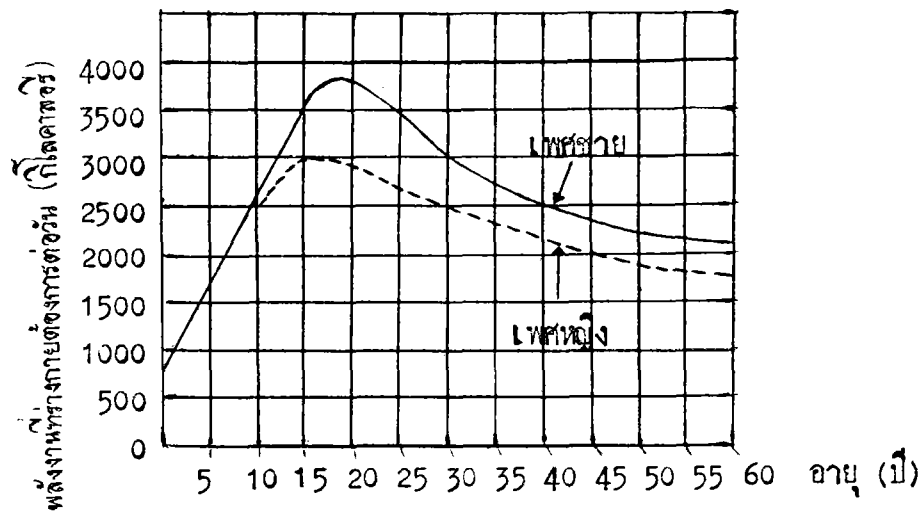
47. อาหารชนิดใดให้ธาตุแคลเซียมสูงสุด

- ก. ไข่ไก่
- ข. แตงกวา
- ค. น้ำปลา
- ง. กล้วยหอม
- จ. ถั่วฝักยาว

48. ปฏิกริยาเคมีในการเผาผลาญอาหารในเซลล์สิ่งมีชีวิต เรียกว่าอะไร
- การย่อย
 - การสังเคราะห์
 - การหายใจ
 - การเผาไหม้
 - การสังเคราะห์แสง
49. เอนไซม์ในกระบวนการหายใจ ทำหน้าที่คล้ายอะไรในการเผาไหม้
- น้ำ
 - ซีเมนต์
 - ความร้อน
 - เชื้อเพลิง
 - ออกซิเจน
50. สิ่งมีชีวิตได้พลังงานจากกระบวนการใด
- การขับถ่าย
 - การย่อยอาหาร
 - การลำเลียงอาหาร
 - การเผาไหม้
 - การเผาผลาญอาหาร
51. สิ่งใดเป็นปัจจัยสำคัญในการเผาผลาญอาหาร
- น้ำ
 - เอนไซม์
 - ความร้อน
 - คอเลสเตอรอล
 - คาร์บอนไดออกไซด์

52. ในกระบวนการเผาผลาญอาหารภายในเซลล์สิ่งมีชีวิต จะประกอบด้วย น้ำ ออกซิเจน เอนไซม์ พลังงาน อาหารในเซลล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ให้นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงปฏิกิริยาเคมีในการเผาผลาญอาหารนี้ จากข้อมูลดังกล่าว
- ก. น้ำ + ออกซิเจน + อาหารภายในเซลล์ $\xrightarrow{\text{เอนไซม์}}$ พลังงาน + คาร์บอนไดออกไซด์
- ข. ออกซิเจน + เอนไซม์ + อาหารในเซลล์ $\xrightarrow{\text{น้ำ}}$ พลังงาน + คาร์บอนไดออกไซด์
- ค. ออกซิเจน + อาหารในเซลล์ + คาร์บอนไดออกไซด์ $\xrightarrow{\text{น้ำ}}$ พลังงาน + เอนไซม์
- ง. ออกซิเจน + อาหารในเซลล์ $\xrightarrow{\text{เอนไซม์}}$ น้ำ + พลังงาน + คาร์บอนไดออกไซด์
- จ. ออกซิเจน + อาหารในเซลล์ $\xrightarrow{\text{น้ำ}}$ พลังงาน + คาร์บอนไดออกไซด์ + เอนไซม์
53. ในการทดลองใช้ยีสต์ใส่ในสารละลายน้ำตาล ผลปรากฏว่าทำให้น้ำ 10 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2 องศาเซลเซียส ยีสต์ทำให้เกิดพลังงานกี่คาลอรี
- ก. 2 คาลอรี
- ข. 8 คาลอรี
- ค. 10 คาลอรี
- ง. 12 คาลอรี
- จ. 20 คาลอรี
54. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการเผาผลาญอาหารและการเผาไหม้
- ก. การเผาไหม้เกิดจากคาร์บอนไดออกไซด์แต่การเผาผลาญอาหารไม่เกิด
- ข. การเผาไหม้ต้องการก๊าซออกซิเจน แต่การเผาผลาญอาหารได้ก๊าซออกซิเจน
- ค. การเผาไหม้ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น แต่การเผาผลาญอาหารอุณหภูมิคงที่
- ง. การเผาไหม้ไม่ต้องใช้เอนไซม์ แต่การเผาผลาญอาหารต้องใช้เอนไซม์
- จ. การเผาไหม้เกิดแล้วได้เชื้อ ถ้าแต่การเผาผลาญอาหารเกิดแล้วได้กากอาหาร

คำชี้แจง ให้ศึกษากราฟต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 57 - 58



57. จากกราฟปริมาณพลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวันขึ้นอยู่กับอะไร

- ก. เพศ
- ข. อายุ
- ค. กิจกรรม
- ง. เพศ อายุ
- จ. เพศ อายุ กิจกรรม

58. ในเพศชายช่วงอายุเท่าใดที่ต้องการพลังงานสูงสุด

- ก. 10 - 15 ปี
- ข. 15 - 20 ปี
- ค. 16 - 20 ปี
- ง. 17 - 25 ปี
- จ. 10 - 60 ปี

คำชี้แจง ให้ศึกษาตารางแล้วตอบคำถามข้อ 59 - 60

ประเภทของอาหาร	ความต้องการต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม
คาร์โบไฮเดรต	6 - 8 กรัม
ไขมัน	2 กรัม
โปรตีน	1 กรัม
คลอโรฟิลล์	800 กรัม
เหล็ก	12 กรัม

59. อาหารประเภทใดที่ร่างกายต้องการสูงสุด

- ก. ไขมัน
- ข. เหล็ก
- ค. โปรตีน
- ง. คลอโรฟิลล์
- จ. คาร์โบไฮเดรต

60. เด็กหญิงพลอยมีน้ำหนัก 30 กิโลกรัม ต้องการคลอโรฟิลล์ในปริมาณเท่าใด

- ก. 0.8 กรัม
- ข. 8.0 กรัม
- ค. 2.4 กรัม
- ง. 24.0 กรัม
- จ. 30.0 กรัม

ภาคผนวก ข

- แบบฝึก
- แผนการสอน

แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
เรื่อง อาหารและพลังงาน

คำชี้แจง แบบฝึกชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

1. คำถามอภิปรายก่อนการทดลอง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์หรือปัญหาที่ให้ไว้ แล้วร่วมกันอภิปรายไปตามแนวคำถาม เพื่อสังเกตหรือพิจารณาปัญหา แล้วช่วยกันระบุปัญหา ทั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร
 2. ผลการทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองไปตามขั้นตอนในแบบเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองในช่องว่างในแบบฝึก
 3. คำถามอภิปรายหลังการทดลอง ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทดสอบสมมติฐาน และนำข้อมูลที่ได้นำไปประยุกต์ใช้ตามแนวคำถามที่ให้ไว้
- ก่อนนักเรียนลงมือทำแบบฝึก ให้เขียนชื่อ นามสกุล เลขที่ ชั้น ให้เรียบร้อย

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 1

เรื่อง การทดสอบสารประเภทต่าง ๆ ในอาหาร

สถานการณ์ ถูกกักตักอาหารทดสอบสารอาหาร 5 ชนิด คือ ชนิด ก ข ค ง และ จ เธอจึงนำอาหารดังกล่าวไปทดสอบด้วย สารละลายไอโอดีน เบเนดิกต์ ไบยูเรต และนำไปดูกับกระดาษ โดยแบ่งอาหารแต่ละชนิดออกเป็น 4 ส่วน 3 ส่วนแรกนำไปทดสอบกับสารละลายทั้งสามชนิด ส่วนที่เหลือนำไปดูกับกระดาษ ส่วนที่นำไปทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์จะนำไปต้มในน้ำเดือด 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล

คำถามอภิปรายก่อนการทดลอง

1. จากสถานการณ์มีปัญหอะไรบ้าง (ให้ระบุมา) และสิ่งที่เป็นปัญหาที่จะนำไปสู่การทดลองเพื่อหาคำตอบคืออะไร

ปัญหาคือ.....
.....
.....
ปัญหาที่จะนำไปสู่การทดลองคือ.....
.....

2. จากปัญหาในข้อที่ 1 ถูกกักจะต้องตั้งสมมติฐานในการทดลองว่าอย่างไรจึงจะเหมาะสมและตรวจสอบได้

.....
.....

3. จากสมมติฐานในข้อ 2 อะไรเป็นตัวแปรต้น อะไรเป็นตัวแปรตาม และควรควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง

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

ผลการทดลอง 8.1

คำถามอภิปรายหลังการทดลอง จากการทดลองให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. อาหารประเภทใดบ้างที่มีสมบัติเหมือนกัน สังเกตจากอะไร

.....

.....

.....

2. สามารถแบ่งอาหารทั้ง 5 ชนิด ออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง โดยอะไรอะไร เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

4. ผลการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

5. ถ้าต้องการทดสอบว่า ชาวนักกุง ประกอบด้วยสารอาหารประเภทใดบ้าง จะทำอย่างไร

.....

.....

แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 2

เรื่อง องค์ประกอบของอาหาร

สถานการณ์ วันหนึ่งขณะที่นุคกำลังหอคขนมปังหน้ากองอยู่ ขนมปังชิ้นหนึ่งหล่นลงในเตาไฟ เธอสังเกตเห็นว่าสักครู่มีกลุ่มควันสีขาวลอยขึ้นมาพร้อมกับกลิ่นหอมใหม่ นุคจึงใช้คีมคีบถาดหยิบขนมปังขึ้นมาจากเตาไฟ เธอสังเกตเห็นว่าทั้งขนมปังและก้นกลายเป็นสีน้ำตาลไหม้ ไม่ออกกว่าเป็นสิ่งที่ไค นอกจากนี้เห็นรอยเปียกชื้นที่คีมคีบถาด เมื่อลองจับดูพบว่ามันมีลักษณะคล้ายน้ำ

คำถามอภิปรายก่อนการทดลอง ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาสถานการณ์แล้วช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์สิ่งที่เห็นปัญหามีอะไรบ้าง และปัญหาที่จะนำไปสู่การทดลองคืออะไร
ปัญหาคือ.....

.....
ปัญหาที่จะนำไปสู่การทดลองคือ.....

2. ถ้าต้องการตรวจสอบว่าอาหารแต่ละชนิดเมื่อเผาแล้วจะได้อะไรบ้าง นักเรียนจะ
ตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

3. จากสมมติฐานในข้อ 2 นักเรียนจะกำหนดให้อะไรเป็นตัวแปรต้น อะไรเป็นตัวแปร
ตาม และต้องควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง

ผลการทดลอง 8.2 อาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง

คำถามอภิปรายหลังการทดลอง

1. ทำไมจะต้องเผาอาหารในหลอดทดลองที่มีหย่อนอากาศอยู่
.....
.....
2. ไข่เผาอาหาร นักเรียนสังเกตเห็นอะไร เกิดขึ้นบ้าง
.....
.....
3. ผลที่ได้หลังจากการเผาอาหารแต่ละชนิด เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร
.....
.....
4. สารสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นคืออะไร ปรากฏได้อย่างไร
.....
.....
5. สารละลายสีน้ำตาลที่ออกมาจากหลอดทดลอง แสดงว่าอย่างไร
.....
.....
6. ดังนั้นในการเผาอาหารทุกชนิด จะได้ผลอย่างไรบ้าง
.....
.....
7. ถาดานสีน้ำตาลหรือคาร์บอน การที่เกิดขึ้นคือการคาร์บอนไดออกไซด์ และของเหลวที่ได้
คือ น้ำ แสดงว่า อาหารทุกชนิดมีธาตุองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ คือ
.....
.....
8. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร
.....
.....

9. สมมติฐานที่นักเขียนตั้งขึ้นถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

10. ถ้านักเขียนอยากทราบว่าอาหารที่ได้จากพืชกับสัตว์มีองค์ประกอบเหมือนกันหรือไม่ จะทำอย่างไร

.....

.....

แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 3
เรื่อง ความสำคัญของธาตุคัลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูก

สถานการณ์ เด็กหญิงบูยเกิดทางปลาตกคอก ทำให้กระดูกเคือง คุณพ่อแนะนำให้กินน้ำมะนาว สักครู่ก็รู้ว่าทางปลาอ่อนตัวลงและหลุดหายไปในที่สุด คุณพ่อบอกว่าน้ำมะนาวมีกรรณน้ำซึ่งไปละลายสารบางอย่างในทางปลา ทำให้ทางปลาอ่อนตัวได้ บูยจึงสงสัยว่ากรรณเกลือจะทำให้ทางปลาอ่อนตัวหรือไม่ จึงทำการทดสอบ

คำถามอภิปรายก่อนการทดลอง จากสถานการณ์ ให้ใช้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. เด็กหญิงบูยเกิดปัญหาอะไร

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

2. เด็กหญิงบูยจะตั้งสมมติฐานในการทดสอบว่าอย่างไร และถ้าจะทดสอบกระดูกไก่ แทนทางปลา จะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไรจึงจะทดสอบได้

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

3. ถ้าต้องการทราบว่ากรรณเกลือกับน้ำจะมีสมบัติต่อการอ่อนตัวของกระดูกเหมือนกันหรือไม่ ขณะทำการทดสอบจะต้องควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง และในการทดสอบนี้ อะไรเป็นตัวแปรต้น และตัวแปรตาม

.....
.....

ผลการทดลอง 8.3

คำถามปลายเปิดหลังการทดลอง

1. คัดเลือกข้อพิพาท 3 ข้ออะไรเป็นองค์ประกอบ

.....

2. การที่กระตุกโก่งจนตัวลงเมื่อเข้าไปในรถไฮโดรคลอริก หมายความว่าอย่างไร

.....

3. จากข้อ 2 แสดงว่าชาตุคัลเลือกข้อพิพาทที่มีความสำคัญต่อกระตุกอย่างไร

.....

4. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

.....

5. สมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้นถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

.....

6. ถ้านักเรียนชาตุคัลเลือกข้อพิพาท กระตุกและพื้นของนักเรียนจะเป็นอย่างไร

.....

7. นักเรียนจะกินชาตุคัลเลือกข้อพิพาทสมมติฐานใดหรือไม่ จงอธิบายเหตุผล

.....

.....

แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 4

เรื่อง ความสำคัญของชาตุนางชนิกัมพร

สถานการณ์ แดงกับน้อย ปลุกคนละคนละแปลงโดยปลุกในแปลงติดกัน แดงปลุกทั้งไว้โดยไม่ใส่ปุ๋ย น้อยใส่ปุ๋ยในไตรเจน ทั้งสองคนช่วยกันดูแล รดน้ำ พรวนดิน และกำจัดศัตรูพืชเหมือนกัน
ในปริมาณเท่ากัน สังเกตการเจริญเติบโตเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ปรากฏว่า คน้ำในแปลงของน้อย
เจริญเติบโตที่ ส่วนของแดงกระแถ้งและมีใบเหลือง

คำถามอภิปรายก่อนการทดลอง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาจากสถานการณ์ คืออะไร

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

2. แดงและน้อยมีสมมติฐานในการทดลองนี้ว่าอย่างไร ด้านนักเรียนต้องการศึกษาว่าปุ๋ย
มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วหรือไม่ จะต้องตั้งสมมติฐานในการศึกษาว่าอย่างไร

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

3. ในการทดลองเพื่อให้แน่ใจว่าปุ๋ยส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วจริง ๆ หรือไม่
จะต้องควบคุมตัวแปรอะไรบาง และกำหนดให้อะไรเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม

.....
.....

ผลการทดลอง 8.4

คำถามปลายเปิดหลังการทดลอง

1. ต้นไม้ทั้งสองต้นเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

2. ถ้านักเรียนสังเกตผลทอใบอีกสัก 2 สัปดาห์ นักเรียนคิดว่า จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

4. ผลการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

5. ถ้านักเรียนพบว่าพืชที่ปลูกในสวนไม่เจริญเติบโต นักเรียนจะแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 5
เรื่อง การทดสอบวิตามินซี

สถานการณ์ นักเรียนคนหนึ่งต้องการทราบว่าผลไม้ทุกชนิดให้วิตามินซีเท่ากันหรือไม่ เขาจึงดำเนินการทดสอบโดยเลือกผลไม้มา 5 ชนิด แล้วก็นำออกมา นำไปหยดในน้ำแอ่งสี่เหลี่ยมซึ่งผสมสารละลายไอโอดีน สังเกตการเปลี่ยนสีของน้ำแอ่งแล้วนับจำนวนหยดของน้ำผลไม้แต่ละชนิดที่ทำให้น้ำแอ่งเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

คำถามอภิปรายก่อนการทดลอง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคนนี้มีปัญหาอะไร

.....
.....

2. นักเรียนคนนี้จะตั้งสมมติฐานในการทดลองนี้ว่าอย่างไร

.....
.....

3. ในการทดลองนี้จะต้องควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง และเขาทำการศึกษากฎตัวแปรอะไร (อะไรเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม)

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

ผลการทดลอง 8.5

คำถามอภิปรายหลังการทดลอง จากการทดลองให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ทำไมต้องนำวิตามินซีมาทดสอบควบคู่กับผลไม้ชนิดอื่น

.....

2. นักเรียนรู้อย่างไรว่า ผลไม้ชนิดใดมีวิตามินซีมากหรือน้อย

.....

3. ผลไม้ชนิดใดมีวิตามินซีมากที่สุด และชนิดใดมีวิตามินซีสูงกว่า 0.01%

.....

4. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร

.....

5. สมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้นสอดคล้องกับผลการทดลองหรือไม่ อย่างไร

.....

6. ถ้านักเรียนอยากทราบว่า มะเขือเทศดิบ มะเขือเทศสุก และมะเขือเทศในน้ำ
 ต้มสุก ประเภทใดจะมีวิตามินซีเหมาะแก่การกินมากกว่ากัน จะทำอย่างไร

.....

แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 6

เรื่อง พลังงานสะสมในอาหาร

สถานการณ์ นรนาำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ไปเผาในเตาไฟ สักครู่เราเห็นเมล็ดมะม่วงหิมพานต์
ติดไฟลุกแรงขึ้นมาก เมื่อใส่เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เพิ่มเข้าไปอีก ทำให้หม้อหุงข้าวบนเตาเดือดเร็ว
กว่าปกติโดยไม่ต้องเพิ่มถ่าน

คำถามข้อำปรายก่อนการทดลอง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาจากสถานการณ์ คืออะไร

.....
.....

2. ความร้อนที่ไ้มาจากไหน

.....
.....

3. นรทำทำการทดสอบสมมติฐานใด

.....
.....

4. ถ้าต้องการจะหาค่าพลังงานความร้อนจากเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แต่ละเมล็ดคว่ำ
ให้พลังงานความร้อนมากน้อยเท่าใด จะต้องควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง และตัวแปรต้น ตัวแปรตาม
ในการทดลองคืออะไร

.....
.....

ผลการทดลอง 8.6

คำถามอภิปรายหลังการทดลอง

1. จากการทดลอง ถั่วลิสง 1 เมล็ด จะให้ค่าพลังงานความร้อนกี่แคลอรี
(ให้คำนวณออกมา)
.....
.....
.....
2. พลังงานในการเผาไหม้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ให้เขียนแผนภาพแสดงให้ชัดเจน)
.....
.....
.....
3. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร
.....
.....
.....
4. ถ้านักเรียนเผาเนื้อมะพร้าวแห้งจำนวน 1 ชิ้นแล้วนำไปต้มน้ำทำไอน้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 20 องศาเซลเซียส แสดงว่าเนื้อมะพร้าวแห้งชิ้นนี้ให้ค่าความร้อนกี่แคลอรี (ให้แสดงวิธีคิดด้วย)
.....
.....
.....
5. สมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร
.....
.....
6. ถ้าต้องการหาอาหารแต่ละชนิดให้ค่าพลังงานความร้อนออกมาเท่ากันหรือไม่ จะทำอย่างไร
.....
.....

แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 7
เรื่อง การเผยแพร่อาหารของยีสต์

สถานการณ์ ครูวิชาทดลองทำไวน์สับปะรด จึงค้นคว้าสับปะรดใส่ขวดคั่นขวด แล้วเติมยีสต์แห้งลงไปปิดฝาขวด ทิ้งไว้ 1 คืน เขาสังเกตเห็นว่า มีฟองอากาศบริเวณผิวหน้าของน้ำสับปะรดนั้น และเมื่อจับขวดดูรู้สึกอุ่น ๆ ครูวิชาจึงสงสัยว่ายีสต์ที่ใส่ลงไปคงจะเป็นตัวการที่ทำให้เกิดฟองอากาศและความร้อนดังกล่าว จึงทำการทดสอบใหม่อีกครั้งหนึ่ง

คำถามอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูวิชามีปัญหาอะไร

.....
.....

2. ถ้ายีสต์เป็นพืชเซลล์เดียวที่กินน้ำตาลเป็นอาหาร ครูวิชาจะต้องตั้งสมมติฐานในการทดสอบครั้งนี้ว่าอย่างไร

.....
.....

3. ครูวิชาต้องการศึกษาอะไร (ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม) และจะต้องควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง

.....
.....

ผลการทดลอง 8.7

✓ คำถามอภิปรายหลังการทดลอง

1. ทำไมต้องมีคาร์บอนไดออกไซด์ ในการทดลองครั้งนี้

.....

2. มีความร้อนเกิดขึ้นจริงหรือไม่สังเกตจากอะไร

.....

3. มีฟองอากาศเกิดขึ้นจริงหรือไม่ ถ้ามีนักเขียนจะทำการทดสอบอย่างไรว่าเป็นก๊าซ
 ชนิดใด

.....

4. ถ้ายีสต์เป็นพืชเซลล์เดียวที่กินน้ำตาลเป็นอาหารจากการทดลองนี้จะสรุปได้อย่างไร

.....

5. สมมติฐานที่ครูวิชาทั้งชั้นถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

.....

6. ถ้ายีสต์ที่ใส่ลงไปทำให้สารละลายน้ำตาล 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร อุณหภูมิ 25 องศา
 เซลเซียส มีอุณหภูมิเปลี่ยนเป็น 28 องศาเซลเซียส แสดงว่าการเผาผลาญอาหารของยีสต์นี้ทำให้
 ปล่อยพลังงานความร้อนกี่แคลอรี (ให้แสดงวิธีคำนวณออกมา)

.....

7. ให้นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของพลังงานในการเผาผลาญอาหารของ
 นิสิต

.....

.....

.....

.....

แผนการสอนครั้งที่ 1 คาบที่ 1 - 2

เรื่อง แหล่งพลังงานในสิ่งมีชีวิต

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิตต้องใช้พลังงานในการดำรงชีวิต พลังงานในสิ่งมีชีวิตได้มาจากอาหารที่พืชสร้างขึ้น
2. พืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีสะสมในอาหาร และพลังงานนี้จะถูกถ่ายเทไปยังผู้บริโภค
3. พืชและสัตว์เปลี่ยนพลังงานเคมีที่สะสมไว้เป็นพลังงานรูปอื่น เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ได้
4. อาหารมีหลายชนิด อาหารที่มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ อาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ
5. อาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ส่วนเกลือแร่ วิตามิน และน้ำ ไม่ให้พลังงาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าพืชและสัตว์ของอาศัยพลังงานรูปต่าง ๆ และพลังงานที่ใช้ในสิ่งมีชีวิตได้มาจากการเปลี่ยนรูปพลังงาน
2. อธิบายได้ว่าแหล่งพลังงานที่สิ่งมีชีวิตนำมาใช้ในการดำรงชีวิต ได้มาจากอาหารที่พืชสร้างขึ้น หรืออาหารที่ได้จากการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ของสัตว์
3. บอกได้ว่าการกินต่อกันเป็นทอด ๆ นั้น เป็นการถ่ายเทพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหาร
4. เขียนแผนภาพแสดงลำดับการถ่ายเทและการเปลี่ยนรูปพลังงานในสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่พลังงานขั้นต้นจนถึงพลังงานขั้นสุดท้ายได้

5. บอกได้ว่าอาหารประกอบด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ รวมทั้งบอกประโยชน์และแหล่งของอาหารเหล่านั้น

6. ทำการทดสอบ โปรตีน แป้ง น้ำตาล ไขมัน ในอาหารได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงแหล่งพลังงานในสิ่งมีชีวิต และห่วงโซ่อาหาร เพื่อนำไปสู่เรื่อง สารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย แล้วดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูแจกแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 1 เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ตามแนวคำถามในแบบฝึก โดยร่วมกันระดมปัญหา ทั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุม ตัวแปร จากสถานการณ์ได้

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายไปตามแนวคำถามในแบบฝึก ชุดที่ 1

1.3 นักเรียนกลุ่มตัวแทนออกไปเสนอผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยชี้แจงประเด็น ไปตรงใส เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้ตรวจสอบผลการอภิปรายของกลุ่ม และโค้สมมติฐานสำหรับการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลอง 8.1 การทดสอบสารประเภทต่าง ๆ ในอาหาร ตามขั้นตอน ในแบบเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองลงในช่องว่างในแบบฝึก

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ ตามแนวคำถามในแบบฝึก

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลองอีกครั้ง

3.3 นักเรียนส่งผลการอภิปรายในแบบฝึก

3.4 ให้นักเรียนศึกษาความสำคัญของอาหารทั้ง 3 ประเภท พร้อมทั้งประโยชน์ โโทษของการขาดสารอาหาร และแหล่งของอาหารทั้งกล่าว ในแบบเรียนหน้า 40 - 41 แล้วร่วมกัน อภิปรายกับครูเพื่อสรุปเป็นความรู้

สื่อการสอน

1. แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 1
2. แผนโปร่งใสพร้อมเครื่องฉาย และปากกาเขียนแผนโปร่งใส
3. อุปกรณ์การทดลองที่ 8.1
4. แบบเรียนเรื่องอาหารและพลังงาน หน้า 37 - 41

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น และการรายงานผลของกลุ่ม
2. ตรวจผลการอภิปรายจากแบบฝึก

แผนการสอนครั้งที่ 2 คาบที่ 3 - 4

เรื่อง องค์ประกอบของอาหาร

เวลา 2 คาบ

ความคิรวบยอก

1. สารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน มีธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานร่วมกัน 3 ธาตุ ได้แก่ ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน
2. ในร่างกายคนมีแร่ธาตุต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณากนน้อยต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุนั้น ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกชื่อธาตุที่เป็นองค์ประกอบของ โปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรตได้
2. บอกชื่อธาตุที่เป็นองค์ประกอบในร่างกายคนได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ครูแจกแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 2 เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบฝึก โดยร่วมกันระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปรจากสถานการณ์ได้ แล้วให้นักเรียนทำเนืงกิจกรรมตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขึ้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ในแบบฝึก แล้วร่วมกันอภิปรายไปตามแนวคำถามในแบบฝึก

1.2 นักเรียนกลุ่มตัวแทนออกไปเสนอผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยชี้แจงแผนไปรงใส เพื่อให้ นักเรียนแต่ละคนได้ตรวจสอบผลการอภิปรายของกลุ่ม ได้สมมติฐานสำหรับการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนหน้าการทดลอง 8.2 อาหารประกอบควยชาตุ๋นโรบ่าง ตามขั้นตอนการทดลองในแบบเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองลงในช่องว่างในแบบฝึก

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ ตามแนวคำถามในแบบฝึก

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลองอีกครั้ง

3.3 ให้นักเรียนศึกษาตาราง 8.1 แสดงปริมาณของชาตุ๋นต่าง ๆ ในร่างกายคน แล้วร่วมกันอภิปรายร่วมกับครูเพื่อสรุปเป็นความรู้

3.4 นักเรียนส่งผลการอภิปรายในแบบฝึก

สื่อการสอน

1. แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 2
2. แผนโปร่งใสพร้อมเครื่องฉาย และปากกาเขียนแผนโปร่งใส
3. อุปกรณ์การทดลองที่ 8.2
4. แบบเรียนเรื่อง อาหารและพลังงาน หน้า 41 - 43

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น และการรายงานผลของกลุ่ม
2. ทรวจผลการอภิปรายจากแบบฝึก

แผนการสอนครั้งที่ 3 คาบที่ 5 - 6

เรื่อง องค์ประกอบของอาหาร

เวลา 2 คาบ

ความกึกรวบยอก

1. ร่างกายของคนประกอบควยชาตู่ต่าง ๆ ซึ่งไค้จากอาหาร ซึ่งมีความสำคัญทอ
ร่างกาย แทกต่างกัน

จุทประสงค้เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. สรุปรจากการทดลองไควว่า ชาตู่ค้ล้เชื่อมและฟอสฟอรัส เป็นชาตู่ที่ไห้โครงสร้าง
ของกระดูกแข็งแรง
2. อธิบายถึงสำคัญของแหล่งแร่ชาตู่และชนิกตอร่างกายของคน พร้อมทั้งบอก
แหล่งอาหารของแร่ชาตู่เหล่านั้นไค้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ครูแจกแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 3 เพื่อให้นักเรียนไค้ร่วมกัน
อภิปราย ตามแนวคำถามในแบบฝึก ไค้ร่วมกันระบุปัญหา ทั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร
จากสถานการณ์ไค้ แล้วให้นักเรียนทำเนนกิจกรรมตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ในแบบฝึก แล้วร่วมกันอภิปรายไปตามแนว
คำถามในแบบฝึก

1.2 นักเรียนกลุ่มทัวแทนออกไปเสนอผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียน ไค้ใช้แผ่น
โปรงใส เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนไค้ตรวจสอบผลการอภิปรายของกลุ่ม ไค้สมมติฐานสำหรับการทดลอง

2. ขั้นตอนทดลอง

นักเรียนทำการทดลอง 8.3 ความสำคัญของชาตู่ค้ล้เชื่อมและฟอสฟอรัสในกระดูก
ตามขั้นตอนการทดลองในแบบเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองลงในช่องว่างในแบบฝึก

3. ขั้นตอนการทบทวนการทบทวน

- 3.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อทำความเข้าใจข้อมูลและลงข้อสรุป และนำผลการทบทวนไปประยุกต์ใช้ ตามแนวคำถามในแบบฝึก
- 3.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทบทวนอีกครั้ง
- 3.3 นักเรียนส่งผลการอภิปรายในแบบฝึก
- 3.4 ให้นักเรียนศึกษาตาราง 8.2 แสดงแหล่งอาหารที่ให้ธาตุบางอย่างที่สำคัญ หน้า 44 - 45 แล้วร่วมกันอภิปรายกับครูเพื่อสรุปเป็นความรู้

สื่อการสอน

1. แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 3
2. แผนโปรงใสพร้อมเครื่องฉาย และปากกาสำหรับเขียนแผนโปรงใส
3. อุปกรณ์การทบทวน 8.3
4. แบบเรียนเรื่องอาหารและพลังงาน หน้า 43 - 45

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น และการรายงานผลของกลุ่ม
2. ทบทวนผลการอภิปรายจากแบบฝึก

แผนการสอนครั้งที่ 4 คาบที่ 7 - 8
เรื่อง ความสำคัญของธาตุทางชนิดที่มีต่อพืช
เวลา 2 คาบ

ความกึ่กรวบยอก

พืชต้องการแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ในการเจริญเติบโต ในปริมาณมากน้อยไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และแร่ธาตุเหล่านั้น ถ้าพืชขาดแร่ธาตุจะทำให้เกิดอาการต่าง ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความสำคัญของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้
2. อธิบายความสำคัญของธาตุคลอรีน แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก ที่มีต่อพืชได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูแจกแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 4 เพื่อให้ นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบฝึก โดยรวมระบุนัยหา ทั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปรจากสถานการณ์ได้ แล้วให้นักเรียนทำเนิกรกิจกรรมตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
 - 1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ในแบบฝึก แล้วร่วมกันอภิปรายไปตามแนวคำถามในแบบฝึก
 - 1.2 นักเรียนกลุ่มตัวแทนออกไปเสนอผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยใช้แผนโปรงใส เพื่อให้ นักเรียนแต่ละคนได้ตรวจสอบผลการอภิปรายของกลุ่ม ได้สมมติฐานสำหรับการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลอง 8.4 ความสำคัญของธาตุบางชนิดที่มีต่อพืช ตามขั้นตอนการทดลองในแบบเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองลงในช่องว่างในแบบฝึก

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ ตามแนวคำถามในแบบฝึก

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลองอีกครั้ง

3.3 นักเรียนส่งผลการอภิปรายในแบบฝึก

3.4 ให้นักเรียนศึกษาความทองการแร่ธาตุอาหารของพืช และตาราง 8.3 แสดงความสำคัญของธาตุบางชนิดที่มีต่อพืช แล้วร่วมกันอภิปรายกับครูเพื่อสรุปเป็นความรู้

สื่อการสอน

1. แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 4
2. แผนโปร่งใสพร้อมเครื่องฉาย และปากกาสำหรับเขียนแผนโปร่งใส
3. อุปกรณ์การทดลอง 8.4
4. แบบเรียนเรื่องอาหารและพลังงาน หน้า 45 - 47

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น และการรายงานผลของกลุ่ม
2. ทตรวจผลการอภิปรายจากแบบฝึก

แผนการสอนครั้งที่ 5 คาบที่ 9 - 10

เรื่อง ความสำคัญของวิตามิน

เวลา 2 คาบ

ความคิกรวบรวม

1. วิตามินเป็นอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกายมากและร่างกายขาดไม่ได้
2. ร่างกายได้รับวิตามินจากหลายแหล่งด้วยกัน ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากอาหาร
3. ความต้องการพลังงานและสารอาหารต่าง ๆ ของร่างกาย ขึ้นอยู่กับเพศ อายุ น้ำหนัก และสภาวะของร่างกาย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. ทำการทดสอบวิตามินซีในอาหารได้
2. เปรียบเทียบวิตามินซีในอาหารแต่ละชนิดได้
3. บอกแหล่งอาหารที่ให้วิตามินชนิดต่าง ๆ ได้
4. อธิบายโทษของการขาดวิตามินแต่ละชนิดได้
5. เปรียบเทียบความแตกต่างของความต้องการพลังงาน แร่ธาตุ วิตามิน ของบุคคลแต่ละเพศ แต่ละวัยได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ครูแจกแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 5 เพื่อให้ให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบฝึก โดยร่วมกันระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปรจากสถานการณ์ได้ แล้วนักเรียนดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
 - 1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ในแบบฝึก แล้วร่วมกันอภิปรายไปตามแนวคำถามในแบบฝึก

1.2 นักเรียนกลุ่มตัวแทนออกไปเสนอผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยใช้แผนโปรงใส เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้ตรวจสอบผลการอภิปรายของกลุ่ม โดยสมมติฐานสำหรับการทดลอง

2. ขั้นตอนทดลอง

นักเรียนทำการทดลอง 8.5 การทดสอบวิตามินซี ตามขั้นตอนในการทดลองในแบบเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองลงในช่องว่างในแบบฝึก

3. ขั้นตอนการอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ ตามแนวคำถามในแบบฝึก

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลองอีกครั้ง

3.3 นักเรียนส่งผลการอภิปรายในแบบฝึก

3.4 ให้นักเรียนศึกษาแหล่งของวิตามินซี และตาราง 8.4 ซึ่งแสดงประโยชน์ของวิตามิน โห้ของการขาดวิตามิน และแหล่งอาหารที่ไวตามินนั้น ๆ แล้วอภิปรายร่วมกันกับครู เพื่อสรุปเป็นความรู้

3.5 ให้นักเรียนศึกษาตาราง 8.5 แสดงปริมาณพลังงานและสารอาหารที่คนไทยวัยต่าง ๆ ต้องการในหนึ่งวัน แล้วร่วมกันอภิปรายกับครู เพื่อสรุปเป็นความรู้

สื่อการสอน

1. แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 5
2. แผนโปรงใสพร้อมเครื่องฉาย และปากกาสำหรับเขียนแผนโปรงใส
3. อุปกรณ์การทดลอง 8.5
4. แบบเรียนเรื่องอาหารและพลังงาน หน้า 48 - 53

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น และการรายงานผลของกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลการอภิปรายจากแบบฝึก

แผนการสอนครั้งที่ 6 คาบที่ 11 - 12

เรื่อง พลังงานจากอาหาร

เวลา 2 คาบ

ความทึกรวบยอก

1. อาหารมีพลังงานสะสมอยู่ ซึ่งสามารถวัดได้ในรูปของพลังงานความร้อน
2. อาหารแต่ละประเภทให้พลังงานแตกต่างกัน อาหารประเภทไขมันให้พลังงานสูงสุด รองลงมาเป็น คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายการเปลี่ยนรูปพลังงานเมื่อมีการเผาอาหารโดยตรงได้
2. คำนวณค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการทดลองเผาอาหารได้
3. เปรียบเทียบค่าพลังงานในอาหารแต่ละชนิดจากตารางแสดงส่วนประกอบของอาหาร และค่าพลังงานในอาหารได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ครูแจกแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 6 เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบฝึก โดยร่วมกันระบุน้หา ทั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปรจากสถานการณ์ได้ แล้วนักเรียนดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการอภิปรายก่อนการทดลอง
 - 1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ในแบบฝึก แล้วร่วมกันอภิปรายไปตามแนวคำถามในแบบฝึก
 - 1.2 นักเรียนกลุ่มตัวแทนออกไปเสนอผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยใช้แผ่นโปรงใส เพื่อให้ นักเรียนแต่ละคนได้ตรวจสอบผลการอภิปรายของกลุ่ม ได้สมมติฐานสำหรับการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลอง 8.6 พลังงานสะสมในอาหาร ตามขั้นตอนการทดลองในแบบเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองลงในช่องว่างในแบบฝึก

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ ตามแนวคำถามในแบบฝึก

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลองอีกครั้ง

3.3 นักเรียนส่งผลการอภิปรายในแบบฝึก

3.4 ให้นักเรียนศึกษาค่าพลังงานที่ได้จากอาหารประเภท โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน และศึกษาตาราง 8.6 แสดงส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารบางชนิด ทอมวล 100 กรัม แล้วร่วมกันอภิปรายกับครูเพื่อสรุปเป็นความรู้

สื่อการสอน

1. แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 6
2. แผนโปร่งใสพร้อมเครื่องฉาย และปากกาเขียนแผนโปร่งใส
3. อุปกรณ์การทดลองที่ 8.6
4. แบบเรียนเรื่องอาหารและพลังงาน หน้า 53 - 56

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น และการรายงานผลของกลุ่ม
2. ทตรวจผลการอภิปรายจากแบบฝึก

แผนการสอนครั้งที่ 7 คาบที่ 13 - 14

เรื่อง พลังงานจากอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต พลังงานกับการดำรงชีวิต และความสัมพันธ์
ระหว่างพลังงาน การสังเคราะห์แสง และการหายใจ

เวลา 2 คาบ

ความทึกรวบยอก

1. การเผาผลาญอาหารในสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นไคที่อณุมิของร่างกาย ให้พลังงานความร้อน การคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า การหายใจ
2. ในการหายใจ พลังงานเคมีที่สะสมในอาหารจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และพลังงานรูปอื่น ๆ ปฏิกริยานี้จะตองอาศัยเอนไซม์
3. ปริมาณพลังงานที่คนใช้ในชีวิตประจำวัน ขึ้นอยู่กับชนิดของกิจกรรม
4. พลังงานซึ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิต เริ่มแรกไคมาจากพลังงานแสง ซึ่งพืชใช้กระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหาร และพลังงานแสงถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีสะสมในอาหารที่พืชสร้างขึ้น เมื่อคนหรือสัตว์กินอาหารเข้าไป พลังงานสะสมในอาหารจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปต่าง ๆ ในกระบวนการหายใจ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของการหายใจไค
2. ยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไคจากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ไค
3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเผาไหม้และการเผาผลาญอาหารภายในเซลล์ไค
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของความตองการพลังงานของ เพศ วัย กิจกรรม และภาวะร่างกายที่ต่างกันไค
5. คำนวณหาปริมาณพลังงานที่ร่างกายใช้ตอวันไค
6. เลือกรายชื่ออาหารที่จะรับประทานจากตารางแสดงส่วนประกอบของอาหาร และค่าพลังงานไคครบทุกประเภทและถูกสัดส่วนไค

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูแจกแบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 7 เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกัน อภิปรายตามแนวคำถามในแบบฝึก โดยร่วมกันระบุปัญหา ทั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร จากสถานการณ์ได้ แล้วนักเรียนดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ในแบบฝึก แล้วร่วมกันอภิปรายไปตาม แนวคำถามในแบบฝึก

1.2 นักเรียนกลุ่มตัวแทนออกไปเสนอผลการอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยใช้ แผนโป่งใส เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้ตรวจสอบผลการอภิปรายของกลุ่ม ได้สมมติฐานสำหรับ การทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลอง 8.7 การเผาผลาญอาหารของยีสต์ ตามขั้นตอนการทดลอง ในแบบเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองลงในช่องว่างในแบบฝึก

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อทำความเข้าใจข้อมูลและลงข้อสรุป และนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ ตามแนวคำถามในแบบฝึก

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลองอีกครั้ง

3.3 นักเรียนส่งผลการอภิปรายในแบบฝึก

3.4 ให้นักเรียนศึกษาตาราง 8.7 แสดงการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อ 1 ชั่วโมง คำนวณ 1 กิโลกรัม แล้วอภิปรายร่วมกับครูเพื่อสรุปเป็นความรู้

3.5 ให้นักเรียนศึกษาปฏิกิริยาเคมีของการเผาไหม้และการหายใจ แล้วอภิปราย ร่วมกันกับครู เพื่อสรุปเป็นความรู้

3.6 ให้นักเรียนศึกษารูป 8.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอาหารและพลังงานรูปต่าง ๆ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน การสังเคราะห์แสง และการหายใจ แล้วอภิปรายร่วมกันกับ ครูเพื่อสรุปเป็นความรู้

สื่อการสอน

1. แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ชุดที่ 7
2. แผนโปร่งใสพร้อมเครื่องฉาย และปากกาเขียนแผนโปร่งใส
3. อุปกรณ์การทดลอง 8.7
4. แบบเรียนเรื่องอาหารและพลังงาน หน้า 56 - 60

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น และการรายงานผลของกลุ่ม
2. ทรวผลการอภิปรายจากแบบฝึก

การศึกษาดการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทคัดย่อ

ของ

สมศรี เพชรขจร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ธันวาคม 2531

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนทุ่งตะโกวิทยา ถึง อ.ทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร จำนวน 64 คน แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มมีนักเรียน 32 คน ทั้งสองกลุ่มนี้ใช้เนื้อหาในการทดลองเหมือนกันคือ เรื่องอาหารและพลังงาน ใช้เวลาในการทดลอง 14 คาบ คาบละ 50 นาที กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มควบคุมสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือ แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ค่าความเชื่อมั่น .65) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ค่าความเชื่อมั่น .78) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY OF THE EFFECT OF USING WORKSHEETS FOR DISCUSSION AMONG STUDENTS
ON MATHAYOM SUKSA II STUDENTS' SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING ABILITY
AND SCIENCE ACHIEVEMENT

AN ABSTRACT

BY

SOMSRI PETHKAJONE

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

December 1988

The purpose of this study was to investigate the effects of using worksheets for discussion among students on Mathayom Suksa II Students' scientific problem solving ability and science achievement.

The Subjects were 62 students of Mathayom Suksa II of Thugntagowithaya School, Ging - Amphur Thungtago Changwat Chumporn, During the first semester of the 1988 academic year. The subjects were divided into two groups : the experimental and control group , with 32 students in each. Both groups studied for 14 periods (50 minutes per period) and were taught the same content about "Food and Energy". The experimental group was taught by worksheets for discussion among students. The control group was taught by discussion among teacher and students. Randomized Control Group Pretest-Posttest Design was used in the study. The instruments of this study were the Worksheets for discussion among students, the scientific problem solving ability test (reliability = .65) the science achievement test (reliability = .78). The t-test was statistically used for data analysis.

The results indicated that :

1. The scientific problem solving ability of the experimental group and the control group was significantly different at the .05 level.

2. Posttest scores on scientific problem solving ability of the experimental group were significantly higher than pretest scores at the .01 level.

3. The science achievement between both groups were not significantly different

ประวัติของผู้นับถือนิกาย

ชื่อ นางสาวสมศรี ชื่อสกุล เพชรขจร

เกิดวันที่ 26 เดือน พฤศจิกายน พุทธศักราช 2503

สถานที่เกิด บ้านเลขที่ 37 หมู่ 4 ตำบลนาสัก อำเภอสี
จังหวัดฉะเชิงเทรา 86130

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนทุ่งตะโกวิทยา กิ่งอำเภอทุ่งตะโก
จังหวัดฉะเชิงเทรา 86220

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2519 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสวีวิทยา

พ.ศ. 2522 มัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนสวีวิทยา

พ.ศ. 2525 ท.บ. (ศึกษาศาสตร์) เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป
จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี

พ.ศ. 2531 กศ.บ. (การมัธยมศึกษา) การสอนวิทยาศาสตร์
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร