

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน เขตกรุงเทพมหานคร
ที่สอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการปฏิบัติการทดลอง

ปริญญานิพนธ์

ของ

รัชณี ศาสตร์บุรณศิลป์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

พฤษภาคม 2531

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

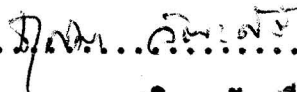
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..........ประธาน
(ดร. ชุตินา วัฒนศิริ)

..........กรรมการ
(รศ. ดร. ศ. วาสนา ประवालพฤกษ์)

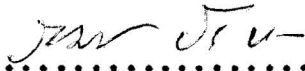
คณะกรรมการสอบ

..........ประธาน
(ดร. ชุตินา วัฒนศิริ)

..........กรรมการ
(รศ. ดร. ศ. วาสนา ประवालพฤกษ์)

..........กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ. สมจิต สุวรรณไพบูลย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

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

วันที่.....29.....เดือน.....พฤศจิกายน.....พ.ศ.....2531.....

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ ดร.ปรีชา วงศ์ชูศิริ รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประवालพฤกษ์ อาจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนศิริ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์ ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ปรับปรุงแก้ไขสิ่งบกพร่อง ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร โศทรบรรเทา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ รัตนวิชัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ปรับปรุงแก้ไขบทความภาษาอังกฤษ

ขอขอบพระคุณอาจารย์มนัส อารีพงษ์ ศึกษาานิเทศก์สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา เอกชน ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ อาจารย์ผู้สอน และนักเรียนโรงเรียนเซนต์จอห์น โรงเรียน อำนวยศิลป์ โรงเรียนบูรณวิทย์ โรงเรียนกรุงเทพศึกษา ตลอดจนนิสิตฝึกสอนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโทวิทยาศาสตร์ศึกษา และการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณอาจารย์สุนัย พิทักษ์อรุณทิพย์ คุณชัยวุฒิ เจริญสุกุล คุณชฎารัตน์ เจริญสุกุล และคุณณภารัตน์ เจริญสุกุล ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการศึกษาและทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณของบิดา มารดา ครู อาจารย์ผู้วางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย และขออุทิศส่วนกุศล แก่อาจารย์ ดร.ปรีชา วงศ์ชูศิริ ผู้ล่วงลับไปแล้ว

รัชณี ศาสตร์บูรณศิลป์

พฤศจิกายน 2531

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	7
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	7
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	8
	ถำนิยามศัพท์เฉพาะ	10
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	16
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	16
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	16
	เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	17
	เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต	25
	เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	33
	เอกสารที่เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์	38
	เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	40
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต	49
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	51
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	54
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	55
	ประชากร	55
	กลุ่มตัวอย่าง	55
	วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง	55

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	56
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	56
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	56
การสร้างเครื่องมือ	57
แบบแผนการทดลอง	61
วิธีดำเนินการทดลอง	62
การวิเคราะห์ข้อมูล	63
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	64
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	68
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	68
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	68
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	79
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	79
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	79
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	80
การวิเคราะห์ข้อมูล	81
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	82
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	85
ข้อเสนอแนะ	89
บรรณานุกรม	91
ภาคผนวก	98

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แสดงแบบแผนการทดลอง	61
2	สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง	66
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	69
4	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	70
5	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง	71
6	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม	72
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	73
8	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	75
9	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง	76
10	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม	77

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	เปรียบเทียบการสอนโดยการสาธิตการทดลองกับการสอนโดยการ ปฏิบัติการทดลอง	15
2	แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	21
3	แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับขนาดของโรงเรียน	78

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านการพัฒนา การทางปัญญาและภาวะความเป็นอยู่ ปัจจุบันมนุษย์ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากที่สุดไม่ว่าจะเป็นการปฏิบัติใด ๆ ในชีวิตประจำวัน วิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งเป็นผลผลิตมาจาก ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดประโยชน์แก่สังคมมากมาย ทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคตอย่างไม่มีที่สิ้นสุด วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่จะปรับปรุงคุณภาพการกินที่อยู่ดีเท่านั้น วิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้มีระเบียบ มีเหตุผล ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (เชาวนี อะชะวงศ์. 2526 : 1) ดังนั้น การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับมวลมนุษย์ การมีความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้รู้จักใช้ทรัพยากรอย่างฉลาด พลเมืองที่มีพฤติกรรมวิทยาศาสตร์จะเป็น แรงงานที่มีประสิทธิภาพที่จะช่วยทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ขึ้น ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนา ประเทศ (นพพงษ์ บุญจิตรกุล วไลรัตน์ บุญสวัสดิ์ และกรรณิการ์ สัจกุล. 2521 : 51)

สำหรับประเทศไทยได้จัดให้วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา ซึ่งมีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ทำหน้าที่รับผิดชอบในการพัฒนา หลักสูตรและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนให้ทันกับความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ โดยยึดแนวความคิดที่ว่าวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์และส่วนที่เป็นกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวอนไพบูลย์. 2526 : 2) ด้วยเหตุนี้ วิทยาศาสตร์ในความหมายที่เข้าใจกันในปัจจุบัน จึงเน้นทั้งส่วนที่เป็นความรู้และ ส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ความหมายของวิทยาศาสตร์จะไม่สมบูรณ์ หากจะกล่าวถึงส่วนใดส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์ก็กล่าวข้างต้นแต่เพียงส่วนเดียว ทั้งนี้เพราะ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลผลิตที่ได้จากการให้ความสนใจที่จะหาคำตอบต่อสิ่งที่เป็นปัญหาโดย ใช้กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ปรีชา วงศ์ฐิติริ. 2525 : 240)

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรปัจจุบัน นอกจากจะต้องการให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์อันได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ กฎ หลักการ ทฤษฎี และสมมติฐานแล้ว ยังจำเป็นที่จะต้องให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้เหล่านั้นด้วยตนเองควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้ เพื่อปลูกฝังให้นักเรียนเป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ (ปรีชา วงศ์สุทธิ. 2526 : 2) ฉะนั้น การศึกษาวิทยาศาสตร์ที่จะมุ่งถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้นักเรียนจดจำ แต่เพียงอย่างเดียว นั้นจึงไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เป็นการค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ (อำนาจ รุ่งรัตมี. 2525 : 1) การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้นนี้จึงควรให้นักเรียนได้รับทั้งตัวความรู้และกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ไปด้วยในเวลาเดียวกัน (นิตา สะเพียรชัย. 2521 : 8)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอน (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 5 - 6) คือ

1. อภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ครูใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยครูคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน และเป็นที่ยปรึกษา นักเรียนเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่ครูต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วย คำถามต่าง ๆ ที่ใช้ในตอนนี้ นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น และมีแนวความคิดกว้างขวางขึ้น

เมื่อพิจารณาจากแนวการสอนวิทยาศาสตร์ของ สสวท. ที่ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังกล่าวข้างต้นนับเป็นกิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ทั้งในด้านเนื้อหาที่เป็นความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติการทดลองอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางนี้ก็ยังประสบปัญหาและความยุ่งยาก อยู่เสมอ เป็นเหตุให้การเรียนการสอนไม่บรรลุตามเป้าหมาย จากการศึกษาของกิ่งแก้ว กูมรวัดนะ (2524 : 97) ในการวิเคราะห์แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับการศึกษา วิจัยของ มันทนา จงสุขสันติกุล (2524 : 45 - 70) ในปัญหาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนรัฐบาล เขต กรุงเทพมหานคร พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวของ สสวท. ประสบปัญหา คือ กิจกรรมการทดลองบางกิจกรรมต้องใช้เวลาในการทดลองมากกว่าเวลาที่ กำหนดให้ บางเนื้อหาที่มีกิจกรรมการทดลองมากเกินไปทำให้ต้องเร่งรัดเวลาการสอน กิจกรรม การทดลองบางกิจกรรมไม่สามารถทำให้เสร็จในครั้งเดียว ทำให้การเรียนการสอนไม่ต่อเนื่อง และยังพบว่าอุปกรณ์การทดลองไม่เพียงพอกับนักเรียน ส่วนอุปกรณ์ที่มีอยู่ก็ชำรุดเสียหายง่าย ยากแก่การซ่อมแซม เมื่อนำไปใช้ปฏิบัติการทดลองทำให้ไม่เกิดผลตามที่หวังไว้ เป็นสาเหตุหนึ่ง ที่ทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายต่อการเรียน และขาดความสนใจต่อการเรียน ส่วนครูวิทยาศาสตร์ ก็มีงานพิเศษอื่น ๆ ทำมากเกินไปทำให้ไม่มีเวลาเพียงพอที่จะผลิตหรือซ่อมแซมอุปกรณ์ เป็นสิ่ง ที่ทำให้เกิดปัญหาในการสอนมาก

มีผู้ทำการศึกษาวิจัยและพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เอกชน ประสบปัญหาลักษณะคล้ายกัน กล่าวคือ จากการศึกษาวิจัยของ กิจจา ไทริชัย (2523 : 77) ในปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตร สสวท. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของครูโรงเรียน เอกชน ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า กิจกรรมการทดลองยาวเกินไปไม่พอกับเวลา และ มีการทดลองมากเกินไปทำให้ต้องเร่งรัดการสอน กิจกรรมการทดลองบางกิจกรรมยึดถือ ไม่จบในการเรียนเพียงครั้งเดียว ทำให้การเรียนไม่ต่อเนื่อง ทั้งยังพบอีกด้วยว่าอุปกรณ์การ ทดลองไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ที่มีอยู่ก็ชำรุดเสียหายยากแก่การซ่อมแซม เมื่อนำไปใช้ ในการปฏิบัติการทดลองแล้วไม่เกิดผลตามที่คาดหวังไว้ นอกจากนี้ วรณวิไล พูลสวัสดิ์ (2523 : 190 - 194) และสุริมาศ ธนพุดิบัติ (2524 : บทคัดย่อ) ก็ได้ศึกษาปัญหา การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามแนว สสวท. ของครูโรงเรียนเอกชน ในเขตการศึกษา 6 และเขตการศึกษา 12 พบว่า อุปกรณ์การสอนและวัสดุอุปกรณ์การสอน

วิทยาศาสตร์มีไม่เพียงพอ จัดหาซื้อยาก กิจกรรมการทดลองยาวเกินไป และการทดลองมีมากเกินไป ครูไม่อาจดำเนินการสอนตามวิธีการใดทั้งหมดในขณะที่สอนจริง เวลาเรียนในคาบหนึ่ง ๆ ไม่พอต่อการทดลอง

จะเห็นว่าที่กล่าวมานี้เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างไม่ราบรื่นเท่าที่ควร เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ และการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยวิธีการอภิปรายประกอบการทดลอง ก็ยังประสบปัญหาความยุ่งยากมากมายเช่นเดียวกับการสอนแบบอื่น ๆ สสวท. ได้ให้ความคิดเห็นว่าการสอนแบบอภิปรายประกอบการทดลองควรเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์ ครูควรนำวิธีสอนแบบอื่น ๆ มาร่วมด้วย (ปรีชา กล้ารัศมี. 2526 : 2 - 3)

วิธีสอนที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากการทดลองแล้ว การสาธิตเมื่อนำมาใช้อย่างเหมาะสมแล้ว ก็จะเป็นวิธีสอนอีกวิธีหนึ่งที่ได้ผลดี เพราะการสาธิตมีธรรมชาติเป็นการทดลองอยู่ในตัว และการสอนแบบสาธิตครูสามารถตั้งคำถามให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบไว้ก่อนแล้วจึงสาธิต นักเรียนคอยสังเกตว่าเกิดอะไรขึ้นบ้าง ได้ผลตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่ ครูจะตอบคำถามในกรณีที่เห็นว่านักเรียนถิ่หาคำตอบได้ยากจริง ๆ เท่านั้น การสอนแบบสาธิตนี้ทำให้นักเรียนติดตามและหาเหตุผลอยู่ตลอดเวลา เกิดความสนใจในการเรียน และได้ตอบคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ (สุวัฒน์ นิยมถำ. 2517 : 136) นอกจากนี้ ในการสอนแบบสาธิต นักเรียนจะได้เห็นการทำงานของครูตามลำดับขั้น ทำให้เกิดความสนใจและตั้งใจที่จะเรียน ฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและใช้พิจารณาจากผลการสาธิตของครู นักเรียนจะเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ได้ดี ซึ่งทำให้บทเรียนมีความหมาย ทั้งยังลดเวลาให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองให้สั้นเข้า ตลอดจนช่วยแก้ปัญหาเรื่องอุปกรณ์ที่มีอยู่ไม่เพียงพอสำหรับนักเรียนทุกกลุ่ม ปฏิบัติการทดลอง และสถานที่ไม่อำนวยอีกด้วย

สุเทพ อุตสาหะ (2526 : 72) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสาธิตมีข้อดีหลายประการ คือ

1. ครูไม่ต้องอธิบายมาก นักเรียนเข้าใจได้ง่ายและเห็นจริง

2. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจ ทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
พร้อม ๆ กัน

3. ทำให้นักเรียนสนใจต่อการเรียน

4. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต เป็นนักประจักษ์ และมีความคิด
สร้างสรรค์

ถึงแม้ว่าการสอนแบบสาธิตจะมีข้อดีอยู่หลายประการดังกล่าวแล้ว แต่การสอนโดยวิธีนี้
ยังมีข้อบกพร่องอยู่บางประการ ที่สำคัญต่อนักเรียนไม่ไคล้มือปฏิบัติการทดลอง หรือมีก็เพียง
บางส่วนเท่านั้น นักเรียนจึงได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะไม่ทั่วถึง
ซึ่งทำให้การจกกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีความสมบูรณ์เท่าที่ควร วิธีหนึ่ง
ที่จะช่วยฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดหาเหตุผล เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และปลูกฝัง
ให้มีนิสัยใฝ่ตามเพื่อสืบเสาะหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือครูผู้สอนจะต้องอาศัยความรู้ในการใช้คำถามเพื่อ
กระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดการสืบเสาะ มองเห็นปัญหา และเกิดแนวคิด
ที่จะศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (คณะอนุ
กรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525 : 115 - 116)

อุบลพงษ์ วัฒนเสวี (2522 : 24) ได้กล่าวว่า ถ้าครูมีทักษะในการใช้คำถาม
และแนะนำคำถามที่เหมาะสมเข้ามาใช้ในการเรียนการสอน จะช่วยให้ครูได้ประโยชน์ใน
การเรียนการสอน ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้รู้พื้นฐานความสามารรถของนักเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเรียน
การสอน
2. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะคิด เกิดความอยากรู้ และเต็มใจ
เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
3. ช่วยในการทบทวนบทเรียนและสรุปบทเรียน ช่วยประเมินผลว่าการสอนบรรลุ
วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
4. ช่วยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และรู้จักฝึกฝนด้วยตนเอง

5. ช่วยพัฒนาความคิดแบบวิจารณ์ให้นักเรียนเป็นคนช่างคิดช่างถาม

6. ช่วยควบคุมกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นให้ดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการ

จากเหตุผลต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ตลอดทั้งความเป็นจริงที่พบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญนั้น ยังประสบปัญหาอยู่หลายประการทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดว่าน่าจะมีการศึกษากันว่าหาวิธีจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นอกเหนือไปจากกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง เพื่อจะได้นำผลไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ตรงตามเป้าหมายของการเรียนการสอน การสอนแบบสาธิตนั้น แม้ว่านักเรียนจะไม่ไดลงมือปฏิบัติจริงก็ตาม แต่ยังมีความเหมาะสมสำหรับการสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาอยู่หลายประการ ซึ่งผู้เรียนในระดับนี้ส่วนใหญ่อยู่ในขั้นพัฒนาการทางความคิดหาเหตุผลจากประสบการณ์ที่เป็นนามธรรม คือเริ่มคิดหาเหตุผลจากสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ ดังนั้นการสอนจึงอาจลดอุปสรรคลงได้บ้าง (ปรีชา ธรรมฤทธิ์. 2529 : 3)

เนื่องจากผู้วิจัยปฏิบัติราชการอยู่ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงต่อโรงเรียนเอกชน และได้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นยังประสบปัญหาความยุ่งยากที่จะต้องดำเนินการแก้ไขต่อไป ปัญหาความกดดันของอุปกรณ์ ปัญหาในการซ่อมแซมอุปกรณ์ ทำให้โรงเรียนไม่มีชุดอุปกรณ์ครบสำหรับนักเรียนทุกคนได้ใช้ทำการทดลองด้วยตนเอง บางครั้งครูแก้ปัญหาโดยการอธิบายวิธีการทดลองแล้วบอกผลการทดลองแก่นักเรียนโดยไม่มีการทำการทดลองเลยที่เรียกกันว่า "ปฏิบัติการทดลองแห้ง" นั้นเอง จึงมีแนวคิดว่าอย่างน้อยนักเรียนทุกคนไม่สามารถทำการทดลองด้วยตนเองได้ ก็ควรได้ศึกษาจากการสาธิตของครูในบางการทดลอง และการที่ครูวิทยาศาสตร์จะเลือกใช้วิธีสอนแบบสาธิตนั้น ต้องใช้ดุลยพินิจพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหาและความมุ่งหมายของบทเรียนด้วย

ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาถึงผลของการสอนโดยการสาธิตการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่าง ๆ กัน เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

ความมุ่งหมายของการศึกษากันทั่ว

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

ความสำคัญของการศึกษากันทั่ว

1. ผลการศึกษากันทั่วจะช่วยชี้ให้เห็นว่าการสอนโดยการสาธิตการทดลองที่นำมาใช้อย่างเหมาะสมแล้ว ก็อาจจะเป็นวิธีสอนวิธีหนึ่งที่ได้ผลดี ซึ่งในบางการทดลองครูสามารถจะให้การสาธิตการทดลองแทนการปฏิบัติการทดลองได้ เพื่อแก้ปัญหาเวลาเรียนไม่พอต่อการปฏิบัติการทดลอง
2. ผลการศึกษากันทั่วจะช่วยให้ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเรียนการสอน เกี่ยวกับเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์การทดลอง ทั้งก่อให้เกิดการประหยัดและสะดวกแก่ครูผู้สอนที่จะนำไปใช้
3. ช่วยให้ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาของโรงเรียนเอกชนใช้ประกอบการพิจารณาเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาของบทเรียนยิ่งขึ้น
4. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน

ขอบเขตของการศึกษากันว่า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษากันว่าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จากโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่าง ๆ กัน เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 180 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จากโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ จำนวน 60 คน โรงเรียนเอกชนขนาดกลาง จำนวน 60 คน และโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก จำนวน 60 คน แต่ละโรงเรียนแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1 กลุ่มทดลอง 30 คน สอนตามแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการ
สาธิตการทดลอง

2.2 กลุ่มควบคุม 30 คน สอนตามแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการ
ปฏิบัติการทดลอง

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษากันว่าครั้งนี้ ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ว.203) เรื่อง อาหารและพลังงาน ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 สิ่งมีชีวิตได้พลังงานมาจากไหน

3.2 อาหาร

3.3 พลังงานจากอาหาร

3.4 พลังงานจากอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

3.5 พลังงานกับการดำรงชีวิต

3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการสังเคราะห์แสงและการหายใจ

4. เวลาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที

5. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

5.1.1 วิธีสอน 2 วิธีคือ

5.1.1.1 การสอนโดยการสาธิตการทดลอง

5.1.1.2 การสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

5.1.2 ขนาดของโรงเรียนเอกชน 3 ขนาดคือ

5.1.2.1 โรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่

5.1.2.2 โรงเรียนเอกชนขนาดกลาง

5.1.2.3 โรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ด้านคือ

5.2.1.1 ด้านความรู้ความเข้าใจ

5.2.1.2 ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.2.1.3 ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

5.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะคือ

5.2.2.1 ทักษะการสังเกต

5.2.2.2 ทักษะการวัด

5.2.2.3 ทักษะการจำแนกประเภท

5.2.2.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส

และสเปสกับเวลา

5.2.2.5 ทักษะการคำนวณ

- ✓ 5.2.2.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- ✓ 5.2.2.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 5.2.2.8 ทักษะการพยากรณ์
- 5.2.2.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 5.2.2.10 ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 5.2.2.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- ✓ 5.2.2.12 ทักษะการทดลอง
- ✓ 5.2.2.13 ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โรงเรียนเอกชน หมายถึง สถานศึกษาที่เอกชนจัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติโรงเรียนเอกชน พุทธศักราช 2525 ซึ่งเปิดสอนตามหลักสูตรสามัญศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ในเขตกรุงเทพมหานคร

2. ขนาดของโรงเรียนเอกชน กำหนดเป็น 3 ขนาด การแบ่งขนาดของโรงเรียน อาศัยเกณฑ์จากรายงานการกำหนดขนาดของโรงเรียนเอกชน หลักสูตรสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2530 ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ ดังนี้

2.1 โรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ได้แก่ โรงเรียนเอกชนที่มีจำนวนนักเรียนไม่เกิน 962 คน

2.2 โรงเรียนเอกชนขนาดกลาง ได้แก่ โรงเรียนเอกชนที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 963 - 1775 คน

2.3 โรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ได้แก่ โรงเรียนเอกชนที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 1776 คนขึ้นไป

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 3 ด้านคือ

3.1 ด้านความรู้ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้อยู่แล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์วิทยาศาสตร์ มโนคติ ลำดับชั้น และแนวโน้มการจัดจำพวก ประเภทและเกณฑ์ต่าง ๆ หลักการ กฎทางวิทยาศาสตร์และทฤษฎี ตลอดจนความสามารถในการอธิบาย จำแนก เขียนภาพประกอบ จบใจความ ขยายความ และแปลความรู้ได้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ กฎ หลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ หรือแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่ง

3.2 ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกและใช้วิธีการต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การมองเห็นปัญหาต่าง ๆ และวิธีการแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการตรวจสอบสมมติฐานที่เหมาะสม ตลอดจนการจักราะหาคำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การขยายความหมายข้อมูลโดยอาศัยการสรุปความ การเขียนข้อสรุปที่เหมาะสมจากข้อมูล

3.3 ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการที่จะนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะแสวงหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดความคล่องแคล่วชำนาญ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดทักษะด้านต่าง ๆ 13 ทักษะคือ

4.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

4.2 ทักษะการวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการวัด

4.3 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงา และการหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

4.5 ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด และการทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ อันได้แก่ การนับ การบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย

4.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้น ๆ ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ เขียนบรรยาย เป็นต้น

4.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

4.8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการคาดคะเน สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข เช่น ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟทำได้ 2 วิธีคือ

4.8.1 การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

4.8.2 การพยากรณ์นอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

✓ 4.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่เป็นกฎ หลักการ หรือทฤษฎี

✓ 4.10 ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปร หรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำให้การทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

✓ 4.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ และการควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการที่จะศึกษา

✓ 4.12 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในกรทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้องและถูกต้อง

✓ 4.13 ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบรรยายลักษณะหรือบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติ ตลอดจนบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

5. การสอนโดยการใช้ปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่มีลักษณะเป็นแบบปฏิบัติการทดลองตามแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 (ว.203) และข้อเสนอแนะในหนังสือคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ

✓ 5.1 การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ครูจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น กิจ สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อน

✓ 5.2 การปฏิบัติการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติการทดลอง ครูจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน และเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

5.3 การอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่ครูใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุปรเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจจะเป็นไปได้

6. การสอนโดยการสาธิตการทดลอง หมายถึง การสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีนักเรียนบางส่วนสลับเปลี่ยนกันออกมาทำการสาธิตการทดลองร่วมกับครู ให้นักเรียนส่วนใหญ่คอยสังเกตผลที่จะเกิดจากการทดลองนั้น แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

6.1 การอภิปรายก่อนการทดลอง โดยครูใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น คิด สงสัย และคาดคะเนผลที่จะเกิดจากการสาธิตการทดลอง

6.2 การปฏิบัติกรทดลอง โดยนักเรียนบางส่วนสลับเปลี่ยนกันออกมาทำการสาธิตการทดลองร่วมกับครู ให้นักเรียนส่วนใหญ่สังเกตและตอบคำถามทุกระยะ มีการใช้รูปภาพและแผนภูมิประกอบ นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

6.3 การอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่ครูใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการสาธิตการทดลองมาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดของการสาธิตการทดลองที่อาจเป็นไปได้

กลุ่มทดลอง

สอนโดยการสาธิตการทดลอง

กลุ่มควบคุม

สอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

การอภิปรายก่อนการทดลอง ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย และคาดคะเนผล ที่จะเกิดจากการสาธิตการทดลองเพื่อ ทดสอบสมมติฐาน	การอภิปรายก่อนการทดลอง ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย รวมทั้งการออกแบบ การทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
การปฏิบัติการทดลอง นักเรียนบางส่วนสลับเปลี่ยนกันออกมาสาธิต การทดลองร่วมกับครู ให้นักเรียนส่วนใหญ่ สังเกตและตอบคำถามทุกระยะ นักเรียน รวบรวมข้อมูลจากการสาธิต มีการใช้รูปภาพ และแผนภูมิประกอบ เมื่อเห็นสมควร	การปฏิบัติการทดลอง นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองและรวบรวม ข้อมูล ครูเป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และ คอยควบคุมอย่างใกล้ชิด
การอภิปรายหลังการทดลอง ครูใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนใช้ข้อมูล จากการสาธิตการทดลองสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดของการสาธิต ที่อาจเป็นไปได้	การอภิปรายหลังการทดลอง ครูใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนใช้ข้อมูล จากการทดลองสรุปเป็นความรู้ รวมทั้ง อภิปรายข้อผิดพลาดของการทดลอง ที่อาจเป็นไปได้

ภาพประกอบ 1 เปรียบเทียบการสอนโดยการสาธิตการทดลองกับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ได้แก่

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสาธิต

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสาธิต

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีและทุกวิธีต่างก็มุ่งที่จะให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง หรืออาจกล่าวได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นวิชาวิทยาศาสตร์จึงเป็นวิชาที่เหมาะสมกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากเป็นวิชาที่ค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คัสแลนด์ และสโตน (Kusland and Stone. 1969 : 138 - 159)

ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนโดยครูและนักเรียนได้ศึกษาถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการและวิญญูณของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ครูและนักเรียนมีนิสัย พฤติกรรมแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ควรให้นักเรียนได้เรียนให้บรรลุในเนื้อหาที่ต้องการ โดยไม่กำหนดเวลาตายตัว
3. ไม่ควรให้คำตอบที่ถูกต้องหรือผิดแก่นักเรียน เพราะการให้คำตอบที่ถูกต้องหรือผิด ไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาในตัวนักเรียน
4. นักเรียนเป็นผู้มีความสนใจอย่างแท้จริงในการหาวิธีแก้ปัญหา
5. ไม่ควรเน้นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนหรือการเป็นผู้ตาม แม้ว่าในหลักสูตรบางหลักสูตรจะกำหนดแนวทางในการเรียนไว้ก็ตาม
6. การเรียนการสอนควรเริ่มต้นด้วยการสงสัย ถูกลำถาม เช่นว่า เราจะมีวิธีการที่จะเข้าใจเรื่องนี้อย่างไร จึงเป็นลักษณะที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

7. พยายามทำให้ปัญหามีประเด็นเด่นชัดและแถบลงพอที่จะเห็นวิธีการแก้ปัญหา
นั้นในชั้นเรียน

8. การตั้งสมมติฐานเป็นจุดมุ่งหมายของการเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการ
สืบเสาะหาความรู้

9. นักเรียนเกิดความรับผิดชอบในการรวบรวมข้อมูล การสังเกต และการอ่าน

10. การประเมินผลจะต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการสอน

11. นักเรียนมีการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่ม ชับ และเป็นรายบุคคล เพื่อรวบรวม
ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน

12. นักเรียนเป็นผู้รวบรวมข้อมูลและร่วมกันสรุปตามสมมติฐาน และต้องพยายาม
หาคำตอบอธิบายที่มีเหตุผลด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

13. การลงสรุปต้องมีความสัมพันธ์กัน และมีวิธีการชักนำไปสู่วิทยาศาสตร์มาก
ที่สุด

กู๊ด (Good. 1973 : 303) ได้ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบเสาะหา
ความรู้ไว้ 2 ประการด้วยกันคือ

1. ความหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น
เทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของ
วิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น และแสวงเสาะหาความรู้
โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนโดยการ
แก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้น ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญแต่ละครั้งจะ
เป็นตัวกระตุ้นการคิดด้วยการสังเกตกับสิ่งที่สรุปหาถึงอย่างชัดเจน ประสิทธิภาพที่
ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาด สามารถทดสอบได้ และ
การสรุปอย่างมีเหตุผล

2. ความหมายทางการสอน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนแบบ
เกี่ยวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา โดยระบุลักษณะสำคัญ ดังนี้

2.1 เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น

2.2 นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

ส่วตัก นิยมคำ (2517 : 124 - 125) ได้ให้ความหมายและความสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดการสอนแบบนี้จึงไม่ใช่เป็นการบอกความจริงทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน แต่เป็นการสอนที่ยั่วยุนักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการหาความรู้เอาเอง ในที่สุดนักเรียนจะค้นพบความรู้เอง ตามวัตถุประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์จะเห็นว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตรงตามเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้วิทยาศาสตร์ก็ใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 36) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนเป็นการสอนที่ครูมุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียนโดยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการค้นพบด้วยตนเอง โดยครูจะใช้คำถามเป็นสื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา การสอนในลักษณะนี้จะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

ไชตรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5 - 7) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นการสอนที่จะทำให้การเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผล โดยนักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ ดังนี้

1. การทดลอง การทดลองมีอยู่ในแบบเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ของตนเอง

2. การใช้คำถาม เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนชวนให้คิดได้ ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะต่าง ๆ

ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ชูตแมน (Suchman. 1966 : 90 - 113)

ได้แบ่งขั้นตอนการสืบเสาะ

หาความรู้ไว้ 2 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ ผู้สอนจัดสร้างสถานการณ์ที่จะให้ผู้เรียนเผชิญ เพื่อเป็นการกระตุ้นการสืบเสาะ อาจเป็นคำถาม คำถาม กิจกรรมหรือเป็นการทดลองก็ได้
2. ขั้นกิตค้นสืบเสาะ ในขั้นนี้อาจใช้คำถาม ถ้าตอบติดต่อกันไป หรือทำการทดลองใหม่ ศึกษาข้อมูลใหม่ ซึ่งเป็นความรู้ที่พบขั้นสุดท้าย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอน (สมจิต สวธนไพบุลย์. 2526 : 112) ดังนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion)

เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น กิจ สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลองรวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

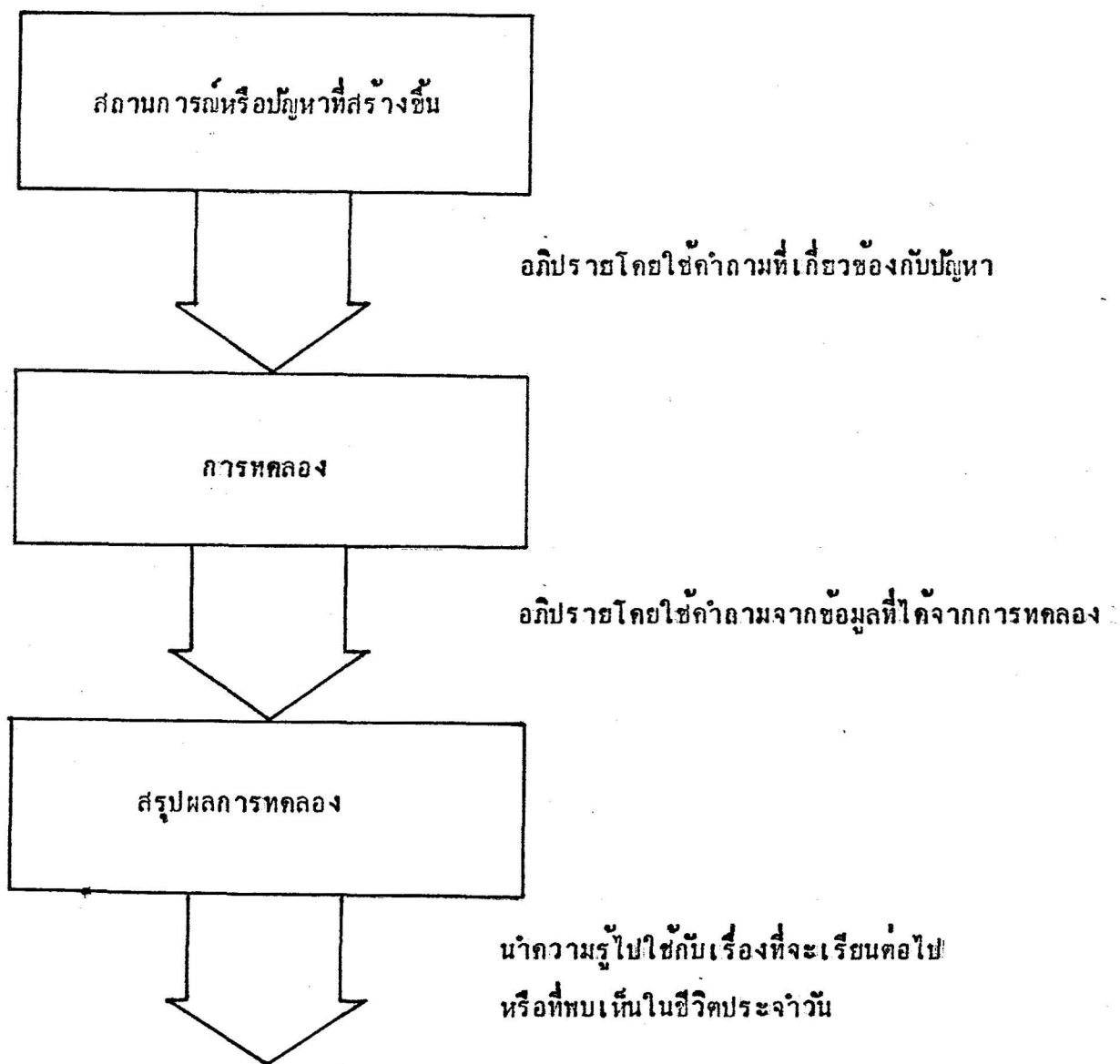
2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period)

เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาผู้ช่วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion)

เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจจะเป็นไปได้ด้วย คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ตอนนี้นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองแล้ว ยังจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวความคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

กิจกรรมอภิปรายก่อนการทดลอง และอภิปรายหลังการทดลอง ผู้สอนจำเป็นจะต้องใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ไต่จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถามถามครู หรือถามนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ เพื่อความเข้าใจโครงสร้างของกรสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้ (กัมภีร์ สุขศรี. 2531 : 18 - 20)



ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในแผนภูมิ สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอนเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะมีอยู่ใกล้ตัว ถึงจุดความสนใจของนักเรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการคิดหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลักคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน
3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์
4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผล ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลองและบันทึกผล โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม ครูจะมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

จากความหมายและขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนถึงวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และมีขั้นตอนในการ

สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่สำคัญคือ ชั้นสร้างสถานการณ์ที่เราให้เกิดปัญหา อาจเป็นปัญหาที่ครู เป็นผู้กำหนดหรือครูเป็นผู้ยั่วให้นักเรียนเป็นคนคิดตั้งสมมติฐาน ชั้นค้นคว้าทดลองเพื่อแก้ปัญหาและชั้นสรุปผลจากถาวรค้นคว้าทดลองแก้ปัญหา ตลอดจนนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ นักเรียนอาจจะเป็นผู้ทำเองทั้งหมด หรือทำบางกิจกรรมโดยครูเป็นผู้คอยแนะนำ และสิ่งที่เป็นส่วนสำคัญก็คือการใช้คำถามประกอบในการสอนอันจะส่งผลให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้

บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สุวัณห์ นิยมคำ (2517 : 127) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า ครูคือผู้แนะแนวทาง คอยช่วยเหลือให้นักเรียน และสร้างสถานการณ์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ โดยมีบทบาทสำคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. ป้อนคำถามนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องเป็นผู้รู้จักการป้อนคำถาม จะต้องป้อนคำถามเก่ง จะต้องรู้ว่าคำถามอะไร ถามอย่างไร เติ้ลจึงจะเกิดความคิด ตามอย่างไร เติ้ลจึงจะเกิดความจำ และถามอย่างไร เติ้ลจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลาเติ้ลถามก็อย่าทำตนเป็นห้องสมุดเคลื่อนที่ บอกคำตอบเติ้ลไปทันที เพราะการทว่าเช่นนั้นจะไม่ทำให้เติ้ลรู้จักใช้ความคิด นาน ๆ ครั้งครูจึงควรตอบคำถามโดยตรงสักครั้งหนึ่ง หึงระลึกว่าหน้าที่ของครูแบบสืบเสาะหาความรู้ คือเป็นนักถาม แต่ไม่ใช่นักตอบ
2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ให้แต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติต่อไป และถ้านักเรียนยังแก้ปัญหาไม่ได้ ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเรื่องนี้เพื่อเป็นแนวทางก็ได้
3. ถ้าปัญหาได้ยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป โดยครูเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มนักค้นคว่านั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519 : 6 - 7) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้ เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนเรื่องนั้นได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้น เพื่อทบทวนหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ให้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทดลองและร่วมอภิปรายทุกคน โดยการนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมพลังมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนที่มีความสามารถสูง ให้ได้ใช้ความสามารถของคนอย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่ค่อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่างนอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ครูควรชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของนักเรียนกลับไปสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้นควรจะได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา ฉะนั้น อาจจะมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ครูจะได้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า ครูไม่ใช่เป็นผู้รับรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ หรือใช้ในโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

7. ครูควรนำเอาการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสอนสาธิต หรือการใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็น หรือใช้ในโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นบทบาทของครูผู้สอนคือเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยการเตรียมกิจกรรมสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งนักเรียนจะค้นพบความรู้เองในที่สุด ซึ่งตรงตามเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสาธิต

วิธีสอนที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากการสอนโดยการปฏิบัติการทดลองแล้ว วิธีสอนที่ใช้ได้ผลคืออีกวิธีหนึ่งก็คือ การสอนแบบสาธิตการทดลอง (Demonstration) เพราะการสาธิตมีธรรมชาติเป็นการทดลองอยู่ในตัว การสอนแบบสาธิตการทดลองนี้ครูยังสามารถตั้งคำถามให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบก่อนที่จะทำการสาธิตการสอนแบบนี้จึงทำให้นักเรียนสนใจติดตามและหาเหตุผลอยู่ตลอดเวลา นักเรียนจะได้ตอบคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

ความหมายของการสอนแบบสาธิต

ซูฟรี สนิทประชากร (2525 : 72) ได้กล่าวว่า การสาธิตคือการทำให้เห็นหรือแสดงให้ดู การสอนแบบสาธิตจึงหมายถึงการที่ครูแสดงให้นักเรียนดู นักเรียนเรียนรู้จากการเฝ้าดู ได้รับประสบการณ์ทางตาอย่างถูกต้องชัดเจน ถ้าครูให้นักเรียนช่วยสาธิตด้วย จะยิ่งทำให้นักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้น นักเรียนบางคนสามารถทำสิ่งที่สาธิตได้เองการสาธิตแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. สาธิตวิธี (Method Demonstration) หมายถึง การแสดงวิธีทำสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นวิธีการเป็นขั้นตอนตามลำดับ และผู้เรียนสามารถนำวิธีการนั้น ๆ ไปปฏิบัติตามได้ผลด้วยตนเอง

2. สาธิตผล (Result Demonstration) หมายถึง การแสดงให้เห็นผลงานที่ได้ทำสำเร็จเรียบร้อยแล้ว การสาธิตแบบนี้มักเหมาะแก่ผู้ที่สนใจในเรื่องนั้น ๆ อย่างจริงจัง แต่มักไม่ดึงดูดบุคคลทั่ว ๆ ไป

การสาธิตอาจทำได้หลายวิธีคือ ครูเป็นผู้แสดงการสาธิตในชั้นเรียนโดยมีนักเรียนเป็นผู้สังเกตและร่วมกิจกรรม กับใช้สื่อการสอนเป็นตัวกลางในการสาธิต เช่น ภาพยนต์และโทรทัศน์ เป็นต้น

ประณีต วิบูลย์ (2521 : 7 - 8) กล่าวถึงการสอนโดยวิธีการสาธิตว่าเป็นการสอนที่ครูแสดงการทดลองให้นักเรียนดู หรือจะให้นักเรียนในชั้นออกมาร่วมแสดงการทดลองด้วยก็ได้ แต่นักเรียนทั้งชั้นไม่ได้มีส่วนร่วมในการทดลองโดยทั่วถึงทุกคน การทดลองที่ครูสาธิตให้นักเรียนดูนี้อาจจะเป็นการทดลองที่ย่างยากซับซ้อน อาจเกิดอันตรายหรือเครื่องมือที่ใช้มีเพียงชุดเดียว ใช้เวลานานกว่าให้นักเรียนทุกคนลงมือทำเอง แต่นักเรียนก็มีส่วนร่วมในการสอนของครู

มังกร ทองสุกสี (2522 : 50 - 51) กล่าวว่า การสาธิตเป็นเทคนิคสำคัญอย่างหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้นักเรียนเข้าใจวิธีการหรือประสบการณ์ในเรื่องราวต่าง ๆ หรือเพื่อต้องการให้เด็กเข้าใจในเรื่องราวที่ยาก เช่น การหักเหของแสง การต่อวงจรไฟฟ้า เป็นต้น

รุจิระ สุภรณ์ไพบูลย์ (2523 : 16) ได้กล่าวถึงความหมายของการสอนสาธิต คือ การแสดงให้นักเรียนสังเกต ผู้แสดงอาจเป็นครูผู้สอนหรือนักเรียนเป็นผู้แสดงก็ได้ การสาธิตบางครั้งใช้แทนการทดลองได้ ถ้าการทดลองนั้นไม่ปลอดภัยแก่นักเรียน ครูผู้สอนไม่อาจหาอุปกรณ์ได้เพียงพอ เนื่องจากอุปกรณ์มีราคาแพง กลวิธีการสาธิตประหยัคกว่าการทดลองทั้งเวลาและวัตถุ

อำนาจ รุ่งรัศมี (2529 : 774) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสาธิตไว้ว่า เป็นการแสดงบางสิ่งบางอย่างให้ผู้อื่นชมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด เช่น การจำหน่ายสินค้าพวกเครื่องใช้ต่าง ๆ หรือเครื่องสำอางค์ เป็นต้น เพื่อเป็นการแนะนำให้คนรู้จักสินค้าเหล่านั้น ในด้านการเรียนการสอน การสาธิตก็เป็นที่ยอมรับแพร่หลาย เช่น การสอนพลศึกษา ศิลปะ นาฏศิลป์ รวมถึงวิทยาศาสตร์ด้วย

สุเทพ อุตสาหะ (2526 : 70 - 72) กล่าวว่า การสาธิตมี 2 กรณี คือ

1. นอกคำตอบ หรือข้อมูลให้นักเรียนทราบก่อน เช่น จะใช้อุปกรณ์อะไร ทำอะไรที่ไหน ผลเป็นอย่างไร แล้วจึงลงมือสาธิตให้นักเรียนติดตามผลไปจนจบ

2. ครูไม่บอกคำตอบ แต่จะตั้งคำถามให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ แล้วจึงดำเนินการสาธิตนักเรียนเฝ้าสังเกตว่ามีอะไรเกิดขึ้นแต่ละขั้นตอน ได้ผลอย่างไรบ้างเหมือนกับที่ตนคาดคะเนไว้หรือไม่ ครูอาจรวมชี้แนะสำหรับกรณีที่ปัญหานั้นยาก หรือนักเรียนสังเกตได้ผลไม่ชัดเจน

ซันด์และโทรบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 117 - 118)

ได้แบ่งการสาธิตออกเป็น 6 แบบ ได้แก่

1. ครูสาธิต (Teacher Demonstration) เป็นวิธีที่ดีที่สุด เพราะสามารถควบคุมระเบียบในชั้นเรียนไว้ได้ดี และนำเข้าสู่วิธีเรียนได้ง่าย

2. ครูและนักเรียนสาธิต (Teacher Student Demonstration) เป็นการสาธิตที่ครูและนักเรียนร่วมกันกระทำ ให้นักเรียนปฏิบัติเอง อาจเป็นกลุ่มเล็ก ๆ หรือเป็นส่วนบุคคล การสาธิตแบบนี้ดีในแง่ที่นักเรียนได้ปฏิบัติเองหรือมีส่วนร่วมในกลุ่ม

3. นักเรียนเป็นกลุ่มสาธิต (Student Group Demonstration) การสาธิตนี้จะให้ผลดีก็ต่อเมื่อนักเรียนให้ความร่วมมืออย่างจริงจัง ควรใช้ในช่วงโอกาสเพื่อเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศเท่านั้น เพราะถ้าใช้กลุ่มที่นักเรียนทั้งชั้นไม่พอใจเป็นผู้สาธิตจะทำให้การเรียนไม่ประสพผลดีเลย

4. การสาธิตโดยนักเรียนคนเดียว (Individual Demonstration) จะเป็นผลดีถ้าหากนักเรียนผู้สาธิตเป็นผู้ที่เพื่อนชอบ และผู้สาธิตจะรู้สึกภูมิใจ

5. วิทยากรสาธิต (Guest Demonstration) โดยการเชิญวิทยากรที่มีความชำนาญมาสาธิต จะเป็นผลดีที่นักเรียนจะรู้สึกตื่นเต้นเพราะได้รับความรู้แปลกใหม่ ได้เปลี่ยนบรรยากาศ

6. การสาธิตเงียบ (Silent Demonstration) โดยครูจะสาธิตเป็นขั้นตอนอย่างมีระเบียบ นักเรียนจะเป็นผู้ใช้ความสามารถในการสังเกต การบันทึกข้อมูลและตีความหมายของข้อมูลเอง โดยครูจะไม่แนะอะไรให้เลย การสาธิตแบบนี้จะเป็นประโยชน์

ในแง่ที่นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง

ขั้นตอนในการสอนแบบสาธิต

อัญชลี แจ่มเจริญ และสุกัญญา ธารีวรรณ (2523 : 72 - 74) ได้เสนอขั้นตอนของการดำเนินการสอนแบบสาธิตไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการก่อนการสาธิต ครูควรดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1.1 ครูศึกษาบทเรียน เลือกกิจกรรมว่าจะสาธิตอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาตอนนั้น ศึกษาหนังสือคู่มืออื่น ๆ ด้วย เขียนแผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการสาธิต (แล้วแต่เนื้อเรื่อง)

1.2 ระบุวัตถุประสงค์ในการสาธิตลงไปว่า ต้องการให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด (Concept) อะไรบ้าง

1.3 เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือในการสาธิตไว้ให้พร้อม

1.4 ครูลงมือสาธิตดูก่อนว่าได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่ เพื่อจะได้ช่วยให้ครูปรับปรุงเครื่องมือในการสาธิต ถ้าเครื่องมือไม่เหมาะสมอาจจะต้องเปลี่ยนเครื่องมือใหม่

1.5 เตรียมคำถามไว้ถามนักเรียนด้วย เพื่อให้ให้นักเรียนคิดตามตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุดการสาธิต

1.6 เตรียมการวัดผลการสาธิตไว้ล่วงหน้าว่าจะใช้การวัดผลอย่างไร

1.7 กำหนดเวลาไว้แต่ละตอนในการสาธิตไว้

1.8 จัดโต๊ะ เก้าอี้ให้นักเรียนให้เหมาะสมกับการสาธิต ต้องให้นักเรียนได้มองเห็นทั่วถึงกัน อาจจัดชั้นเรียนเป็นรูปครึ่งวงกลม โต๊ะครูควรยกยกระดับให้สูงพอเหมาะเพื่อให้ นักเรียนมองเห็นการสาธิตได้ทั่วถึงกัน

2. ขั้นทำการสาธิต

2.1 ครูสร้างความสนใจของนักเรียนให้เกิดความสนใจในบทเรียนที่จะสอนต่อไป และทำการสาธิตตามลำดับขั้น

2.2 การสาธิต ควรเริ่มต้นด้วยการตั้งคำถาม เช่น ถามชื่อเครื่องมือ แล้วต่อยกคำถามอื่น ๆ เป็นการให้นักเรียนใช้ความถนัดคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า

2.3 ลงมือสาธิต เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าถ้าคาดคะเนของใครถูก ของใครผิด โดยทำตามลำดับของกิจกรรมที่เตรียมไว้ และต้องบอกให้นักเรียนสังเกต ติดตามการสาธิต ทุกระยะ ในขณะที่สาธิตครูควรอธิบายประกอบไปด้วย ใช้กระดานคำ รูปภาพและแผนภูมิ เท่าที่จำเป็น เช่น กระดานคำสำหรับเขียนหัวข้อ หรือแผนภูมิครูชี้ให้ดูลำดับขั้นตอนในการสาธิต ทั้งนี้ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดความถี่ถ้วนยอคลี่ขึ้น

2.4 ครูอาจให้นักเรียนมาร่วมแสดงการสาธิตด้วย

2.5 ในบางเรื่องอาจต้องทำการสาธิตให้ดูซ้ำ ถ้านักเรียนยังไม่สามารถสังเกต ได้หรือเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง

3. ขั้นสรุปและวัดผล

3.1 การสรุปผล ควรให้นักเรียนเป็นผู้สรุป ครูช่วยนำทางให้นักเรียนสรุปได้ อย่างถูกต้องและถี่ถ้วนถี่ตามที่ต้องการ ครูเขียนลงบนกระดานคำ เพื่อให้นักเรียน ได้เห็นทั่วถึงกัน หรือจะให้นักเรียนเขียนสรุปบทเรียนก็ได้

3.2 การวัดผลอาจทำได้ดังนี้

3.2.1 ให้นักเรียนเขียนสรุปการสาธิต

3.2.2 การตั้งปัญหาถาม ให้นักเรียนอธิบาย อาจให้นักเรียนตอบปากเปล่า หรือเขียนตอบก็ได้

3.2.3 ให้นักเรียนลองสาธิตดูบ้างว่าทำได้ถูกต้องหรือไม่ เกิดผลตามที่ต้องการหรือไม่

ชูศรี สนิทประชากร (2525 : 74 - 75) ได้จัดลำดับขั้นของการสอนแบบสาธิตไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 ครูศึกษาบทเรียนให้เข้าใจดี

1.2 เตรียมอุปกรณ์การสาธิตให้ครบครัน

- 1.3 แบ่งการสาธิตเป็นชั้น ๆ เพื่อเข้าใจง่ายขึ้น
- 1.4 ชักข้อมการสาธิตให้ก่อนจะมีการสาธิตจริง เพื่อป้องกันการผิดพลาด
- 1.5 เตรียมมุมหรือสถานที่ที่จะสาธิต ซึ่งจะให้นักเรียนทุกคนเห็นได้

ทั่วถึงกัน

2. ชั้นสาธิต

2.1 ครูสร้างความสนใจและให้นักเรียนตั้งจุดมุ่งหมายการสาธิต ให้นักเรียนสังเกตโดยไม่การบอกผลของการสาธิตก่อน

- 2.2 ครูเขียนลำดับชั้นการสาธิตบนกระดานดำ
- 2.3 ครูทำการสาธิตซ้ำ ๆ ตามลำดับชั้นไม่ควรข้ามชั้นตอน
- 2.4 ครูอธิบายประกอบการสาธิต
- 2.5 ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสาธิต เช่น มีการอภิปรายซักถามได้
- 2.6 ให้นักเรียนได้ออกมาสังเกตการสาธิตอย่างใกล้ชิดทีละหมู่หรือทีละคน

3. ชั้นสรุปผลการสาธิต

- 3.1 ครูซักถามให้นักเรียนคิดหาเหตุผลเพื่อสรุปความรู้ใหม่
- 3.2 ครูเขียนสรุปย่อ ๆ บนกระดานดำ
- 3.3 นักเรียนอ่าน
- 3.4 นักเรียนจับบันทึก

4. ชั้นประเมินผลการสาธิต

- 4.1 สังเกตความสนใจ ความตั้งใจ และความเข้าใจ
- 4.2 ซักถามหรือมีการทดสอบสั้น ๆ
- 4.3 ให้นักเรียนทำการสาธิตด้วยตนเองบ้าง
- 4.4 ให้นักเรียนเขียนรายงานส่งหรือสรุปการสาธิต

จากความหมายและขั้นตอนของการสอนแบบสาธิต ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า เป็นวิธีสอนแบบหนึ่งที่ทำให้นักเรียนได้เห็นการทำงานของครูตามลำดับชั้น ทำให้เกิดความสนใจและตั้งใจที่จะเรียน ผลให้นักเรียนรู้จักสังเกตและใช้วิจารณญาณจากการดูการสาธิต

ของครู นักเรียนจะเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ได้ดี ซึ่งจะทำให้บทเรียนมีความหมาย ทั้งยังลดเวลา
ที่ให้นักเรียนลองผิดลองถูกให้สิ้นเชิง ตลอดจนช่วยแก้ปัญหาเรื่องอุปสรรคที่มีอยู่ไม่เพียงพอสถานที่
ไม่อำนวย และประหยัดเวลาในการสอนของครูอีกด้วย

ข้อเสนอแนะในการสอนแบบสาธิต

สุวัฒน์ นิยมคำ (2517 : 139 - 140) ได้กล่าวถึงข้อควรคำนึงในการสอนแบบสาธิต
ไว้ดังนี้

1. ต้องให้มองเห็นง่าย ถ้าสิ่งที่สาธิตมีขนาดเล็ก ต้องขยายให้ใหญ่ด้วยโปรเจกเตอร์
ถ้าโต๊ะครูต่ำต้องยกให้สูงพอที่หลังชั้นจะมองเห็น

2. การสาธิตต้องทำให้มีชีวิตชีวา ครูต้องใช้คำพูดและใช้เทคนิคต่าง ๆ ให้นักเรียน
เกิดการตื่นตัวอยู่เสมอ

3. เสียงของครูต้องดัง พังชัด และเมื่อนักเรียนตอบจะต้องให้ดัง สามารถได้ยิน
ทั้งชั้น

4. ต้องถามให้เป็น และเมื่อนักเรียนตอบผิดควรส่งเสริมให้กำลังใจมากกว่าการ
ตำหนิ

5. การสาธิตควรเริ่มต้นด้วยการตั้งคำถาม ถามชื่อเครื่องมือ เช่น นี่คืออะไร
แล้วต่อกับคำถามที่ว่า จากเครื่องมือที่เห็นอยู่นั้น ใครคิดว่าครูจะทำอะไร จะแสดงอะไรบ้าง
ถ้าทำอย่างนั้นจะมีอะไรเกิดขึ้น เพราะเหตุใด เป็นการให้นักเรียนใช้ความคิดคาดคะเนคำตอบ
ล่วงหน้าเสียก่อน

6. ลงมือสาธิตเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคำคาดคะเนของใครถูก ของใครผิด โดยทำ
ตามลำดับก่อนหลังของกิจกรรมที่เตรียมไว้ และต้องบอกให้นักเรียนสังเกต ติดตามการสาธิต
ทุกระยะ

7. ใช้กระดานดำ รูปภาพ แผนภูมิ เมื่อถึงตอนอันสมควร ทั้งนี้เพื่อช่วยให้นักเรียน
ได้ทราบหัวข้อที่จะสาธิตต่อเนื่องกันไป เข้าใจความคิดรวบยอด หรือความจริงหลักยิ่งขึ้น
เช่น อาจเขียนวัตถุประสงค์ วงจร การคำนวณ สูตร เป็นต้น

8. การสรุปผล ควรให้นักเรียนเป็นผู้สรุป ครูร่วมนำทางให้เกิดการสรุปที่ถูกต้อง แล้วเขียนลงบนกระดานคำ เพื่อให้นักเรียนเห็นโดยทั่วถึงกัน

9. ต้องประเมินผลการสาธิตทุกครั้งว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่ อาจจะทำด้วยข้อเขียน หรือตอบปากเปล่าก็ได้

สุวัฒน์ มุทธเมธา (2523 : 178 - 179) ได้กล่าวถึงข้อคำนึงในการสาธิตไว้ดังนี้

1. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุดเท่าที่จะทำได้
2. ให้นักเรียนมองเห็นการสาธิตได้อย่างชัดเจนและทั่วถึง
3. ครูไม่ควรเร่งรีบในบางช่วงตอน ให้เวลานักเรียนในการซักถามเมื่อไม่เข้าใจ กระบวนการที่ครูแสดงชัดเจนพอ
4. ในการสาธิต ครูควรจัดเตรียมลำดับ กระบวนการ ขั้นตอนให้ชัดเจนเพื่อให้ นักเรียนสามารถสรุป หรือนำไปปฏิบัติได้
5. ครูต้องพิจารณาถึงการอธิบายให้เหมาะสม ไม่อธิบายมากเกินไป เพราะจะทำให้เสียเวลา นักเรียนจะเบื่อหรือสับสนได้
6. ครูไม่ควรสรุปเร็วเกินไป นักเรียนอาจไม่เข้าใจและไม่สามารถนำหลักการไปใช้ได้
7. อาจต้องมีการสาธิตซ้ำในบางตอน เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจและไม่สามารถสรุปได้
8. ครูต้องเตรียมกระบวนการหลังการสาธิตไว้ด้วย จะให้นักเรียนใช้ประโยชน์ของการสาธิตอย่างไรจะให้นักเรียนทำอะไรต่อไป จึงจะให้เกิดผลแก่นักเรียนอย่างแท้จริง

ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา สีนานุเคราะห์ (2524 : 57 - 59) ได้กล่าวถึงเทคนิคการสอนแบบสาธิตว่า

1. ควรเริ่มด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในปัญหา
2. ช่วยให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานก่อนการสาธิต
3. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสาธิตให้มากที่สุด ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้สังเกต

ในขณะที่ทำการทดลอง

4. เตรียมอุปกรณ์สำหรับการสาธิตให้พร้อม
5. ไม่บอกผลการทดลองให้นักเรียนทราบก่อนที่ผลของการทดลองจะปรากฏขึ้น
6. เวลาที่ใช้ในการสาธิตต้องพอเหมาะ ไม่ใช่เวลานานเกินไปจนนักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
7. ขนาดของอุปกรณ์และเครื่องมือต้องพอเหมาะกับชั้นเรียน ไม่เล็กเกินไปหรือใหญ่เกินไป
8. เรื่องที่จะสาธิตต้องเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ทำให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น และอยากติดตาม
9. เปลี่ยนอิริยาบถของนักเรียนโดยให้มีส่วนร่วม เช่น ออกไปดูใกล้ ๆ ก็ได้
10. วัสดุที่เป็นผลผลิตของการสาธิต ถ้าสามารถจับต้องได้ สัมผัสได้ ทดลองได้ ควรให้นักเรียนทดลองสัมผัส

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าการสอนแบบสาธิตนั้น ถ้าครูมีการเตรียมการสาธิตเป็นอย่างดีแล้ว ก็จะส่งผลให้ทั้งครูและนักเรียนประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน อย่างไรก็ตามก็ควรพิจารณาว่าถ้าเลือกใช้วิธีสอนแบบสาธิตก็จะต้องใช้ดุลยพินิจพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหาและความมุ่งหมายของแต่ละบทเรียนด้วย

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วยสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ สมมติฐาน หลักการ กฎ และทฤษฎี กับส่วนที่เป็นเนื้อหากระบวนการแสวงหาความรู้ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการแสวงหาความรู้แบบอื่น ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวธน์ไพบูลย์. 2526 : 14)

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้รู้ว่าคุณนักเรียนได้รับ
ทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเนื้อหากระบวนการแสวงหาความรู้ จึงต้องวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสองส่วน ดังนั้นคำว่า "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์" จึงควรหมายถึง ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์
ด้านเนื้อหากระบวนการแสวงหาความรู้ ดังที่คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์
การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 182 - 185) ได้กล่าวถึงการวัดและ
ประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์
ตามแนวความคิดของ เบนจามิน เอส บลูม (Benjamin S. Bloom)
ว่ามี 5 อย่างดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ
2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
4. เจตคติ และความสนใจ
5. ทักษะปฏิบัติการ

1. พฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้
ของนักเรียนในด้านการสามารถในการจดจำ อธิบาย และให้เหตุผลเกี่ยวกับคำศัพท์ ข้อเท็จจริง
แนวความคิด กระบวนการ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมพฤติกรรม
หลายประการ เช่น

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงที่ใช้ในวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและการเรียงลำดับ
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทและหมวดหมู่
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ

- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและแนวความคิดสรุป
- 1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง
- 1.10 การระบุหรือบ่งชี้ความรู้ที่อยู่ในสถานการณ์ใหม่หรือเรื่องใหม่
- 1.11 การสื่อความรู้ในรูปที่แตกต่างไปจากเดิม

2. พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ในด้านความสามารถในการสังเกต การวัด การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ตลอดจนการสร้างการทดสอบและแก้ไขแบบจำลองทางทฤษฎี ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชั้น โดยมีรายละเอียดของพฤติกรรมในแต่ละชั้นดังต่อไปนี้

2.1 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ชั้น 1 : การสังเกตและการวัด

- 2.1.1 การสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- 2.1.2 การบรรยายการสังเกตด้วยภาษาที่เหมาะสม
- 2.1.3 การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
- 2.1.4 การคาดคะเนการวัดและการรู้ถึงข้อจำกัดในความเที่ยงตรงของการวัด
- 2.1.5 การวัดสิ่งของและการวัดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ

2.2 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ชั้น 2 : การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

- 2.2.1 การมองเห็นปัญหาต่าง ๆ
- 2.2.2 การตั้งสมมติฐาน
- 2.2.3 การเลือกวิธีการทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม
- 2.2.4 การออกแบบการทดลองหรือการจัดลำดับขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม

2.3 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ชั้น 3 : การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

2.3.1 การจัดกระทำกับข้อมูลที่ไต่จากการทดลอง

2.3.2 การบันทึกข้อมูล

2.3.3 การตีความหมายข้อมูลจากการทดลอง

2.3.4 การขยายความข้อมูลโดยอาศัยการสรุปความจากแนวโน้มที่พบ

2.3.5 การปรับปรุงสมมติฐานโดยใช้ผลจากการแปลความหมายข้อมูล

2.3.6 การเขียนข้อสรุปที่เหมาะสมจากข้อมูลที่ไต่ เพื่อตั้งเป็นกฎ หรือ หลักการทางวิทยาศาสตร์

2.4 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ชั้น 4 : การสร้าง การทดสอบ และแก้ไขแบบจำลองทางทฤษฎี

2.4.1 การมองเห็นความจำเป็นที่จะต้องมีแบบจำลองทางทฤษฎี

2.4.2 การสร้างแบบจำลองทางทฤษฎี เพื่อเชื่อมโยงหลักการให้เข้า กับปรากฏการณ์ใหม่ ๆ

2.4.3 การบอกความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับแบบจำลองที่สร้างใหม่

2.4.4 การอนุมานสมมติฐานใหม่จากแบบจำลองทางทฤษฎี

2.4.5 การตีความหมายและการประเมินผลที่ไต่จากการทดลอง เพื่อทดสอบแบบจำลองทางทฤษฎี

2.4.6 การแก้ไขปรับปรุงแบบจำลองทางทฤษฎี

3. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในความสามารถที่จะใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีพฤติกรรมดังต่อไปนี้

3.1 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน

3.2 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น
ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น

3.3 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น
นอกเหนือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. พฤติกรรมด้านเจตคติและความสนใจ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม
การเรียนรู้ของนักเรียนทางด้านความรู้ลึกและอารมณ์ ซึ่งมีขอบเขตกว้างขวาง รวมความ
สนใจและเจตคติ ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมพฤติกรรมดังต่อไปนี้

4.1 การมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์

4.2 การยอมรับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของ
การคิด

4.3 การเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4.4 การเกิดความสนุกสนานต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.5 การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์

4.6 การพัฒนาความสนใจที่จะมีอาชีพทางวิทยาศาสตร์

5. พฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้
ของนักเรียนในความสามารถที่จะใช้มือปฏิบัติการ ซึ่งมีพฤติกรรมดังต่อไปนี้

5.1 การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่ว ๆ ไป

5.2 การใช้เทคนิคปฏิบัติการด้วยความระมัดระวัง และให้เกิดความปลอดภัย

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 อย่าง
ดังกล่าวข้างต้นจะช่วยให้ครูใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการสอน และการประเมินผล
การเรียนรู้ของนักเรียน แต่โดยทั่วไปในการประเมินผลจะใช้การทดสอบข้อเขียนเป็นหลัก
ซึ่งจะทำให้วัดได้เฉพาะพฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการสืบเสาะหาความรู้ กับ
ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เท่านั้น

เอกสารเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ในความหมายปัจจุบัน หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างมีระบบจนเป็นที่เชื่อถือได้ กับส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Method) ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้แก้ปัญหาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น อาจนำไปแก้ปัญหาค้นคว้าอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันของบุคคล นอกจากนี้ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้ที่นำไปใช้ไม่ด่วนสรุปอะไรอย่างปราศจากเหตุผล แต่จะสังเกตอย่างถี่ถ้วน หาข้อมูลเพิ่มเติม ถ้ายังไม่เพียงพอเพื่อนำไปสู่การทดสอบหาสาเหตุ หรือวิธีการที่ถูกต้อง (ทบทวนมหาวิทยาลัย. 2525 : 231 - 233)

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 9 - 10) ได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบ กล่าวคือ เมื่อคนเรามีความสนใจหรือต้องการที่จะแก้ปัญหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็จะหาทางค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมีหลายวิธี แต่มันมีมากมายได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น อาจมี 5 ขั้นบ้าง 6 ขั้นบ้าง แต่แนวหลักแล้วเหมือนกัน ซึ่งถือว่าเป็นการจำลองรูปแบบของการค้นคว้า หรือเสาะแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ โดยสรุปได้เป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

สำหรับการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จัดเป็นวิธีสอนแบบหนึ่งที่น่าสนใจ
ขั้นตอน หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบมาใช้ในการสอน
วิธีสอนแบบนี้อาจเรียกได้หลายอย่าง เช่น วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ หรือวิธีสอนแบบแก้ปัญหา
(Problem - Solving) หรือวิธีสอนแห่งปัญญา ผู้คิดวิธีสอนแบบนี้ขึ้นมาคือ จอห์น ดีวีย์
(John Dewey) โดยมีหลักการที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นโดยนักเรียนจะนำกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จริง ๆ ในการคิด
ที่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวอนไพบูลย์ (2526 : 99 - 101) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนแบบวิธี
การทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของปัญหา (Location of Problem)
การที่จะได้ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ ครูและนักเรียนร่วมมือกัน
เตรียมเรื่องที่จะเรียนออกมาในรูปของปัญหา เราควมสนใจของนักเรียนให้เกิดจุดร่วมของ
ปัญหาค้าง ๆ รวมกัน ในเรื่องที่จะเรียน กิจกรรมที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาอาจจะ
ได้แก่

1. การให้สังเกตของจริง ภาพประกอบที่ครูหรือนักเรียนช่วยกันเตรียมมาอภิปราย
ร่วมกันจนเกิดปัญหา
2. อาศัยการทดลอง หรือการสาธิต เป็นขั้นต้นเพื่อนำไปสู่การเกิดปัญหา
3. การเล่าเรื่องตำนาน หรือนิทานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นการเร้าความสนใจ
ให้เกิดขึ้น และการตั้งปัญหาจะตามมาในภายหลัง
4. การให้ดูภาพยนตร์ สไลด์ หรือฟิล์มสตริป
5. การหาปัญหา
6. การใช้ข่าวและเหตุการณ์ประจำวัน หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นใน
ขณะนั้น

7. การสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจ เช่น บทบาทสมมติ เล่นเกม หรือสถานการณ์
อื่นเพื่อการสร้างให้เกิดปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา (Setting Upat Hypothesis)

สมมติฐานจะเกิดจากการที่ได้สังเกตเห็นข้อเท็จจริงต่าง ๆ จนสามารถคาดคะเนหรือเดาสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล การตั้งสมมติฐานจะเป็นไปในลักษณะการวางกิจกรรมร่วมกัน เพื่อที่จะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่าง ๆ คือ หาว่าจะใช้วิธีใดในการหาคำตอบ ซึ่งจะต้องใช้หลาย ๆ วิธีร่วมกัน ไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งเพียงวิธีเดียว

ขั้นที่ 3 การทดลองและรวบรวมข้อมูล (Experimenting and Gathering Data) เมื่อได้วางแผนกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อที่จะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาแล้วก็จะลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านหรือจากการทดลอง แล้วจดบันทึกรายละเอียดของข้อมูลเหล่านั้นเอาไว้ ครูจะมีบทบาทเป็นผู้ปรึกษาคอยแนะแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แนะนำแหล่งข้อมูล หรือเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลองให้พร้อม

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Data) เมื่อครูและนักเรียนได้ความรู้ต่าง ๆ จากปัญหาที่วางไว้เป็นแนวทางแล้ว ก็ควรจะนำข้อมูลนั้นมาเสนอเพื่อให้สมาชิกได้อภิปรายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของแต่ละบุคคล มีการซักถาม หรือแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้ ครูจะต้องเป็นผู้คอยตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริง ช่วยขยายเพิ่มเติมส่วนที่ยังขาด และเสริมส่วนที่ยังคลุมเครือให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 สรุปผล (Conclusion) เป็นขั้นที่มีการสรุปผลที่ได้จากข้อมูลเพื่อเป็นความรู้ใหม่ต่อไป

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและการกระทำที่มีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริง หาความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ และสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา เป็นวิธีที่นำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนเพื่อนำไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ ตลอดจนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงความรู้แต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ที่มีระบบ ดังนั้น การสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ สามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในการเรียน และใช้ในชีวิตประจำวันได้

ละเอียด กิระอนันต์ (2525 : 8) ได้กล่าวว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ หรือค้นหาคำตอบของปัญหา นับเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาปัจจุบันเห็นว่าเป็นที่จะต้องฝึกให้นักเรียนจนสามารถนำไปใช้ได้อย่างคล่องแคล่ว และเกิดความชำนาญในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับเรื่องราวที่ต้องการศึกษา หรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข และหาคำตอบ หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องหมายรวมถึงการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักการศึกษาหลายท่านได้ยืนยันในทำนองเดียวกันว่า โดยอาศัยกระบวนการดังกล่าวจะทำให้ให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดรวบยอด และหลักการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักการใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนค้นหาความรู้ใหม่ ๆ เชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเสมอ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง แม้กับวิชาแขนงอื่น ๆ ด้วย

ได้มีผู้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ในจำนวนและลักษณะต่าง ๆ กัน ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยรวม ๆ แล้วจะเห็นว่าเนื้อหาสาระใกล้เคียงกันจะต่างกันก็แต่เพียงการจัดในแบบต่าง ๆ เหล่านั้นเน้นที่กิจกรรมต่างกัน ตัวอย่างของการจัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่น

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ มีทั้งหมด 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2526 : 64 - 66) ดังนี้

ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skill)

ได้แก่

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะ หรือรายละเอียดของสิ่งของ หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

2. การวัด (Measuring) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้

3. การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึง ความสามารถในการนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ย หรืออัตราส่วน เป็นต้น

4. การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกสิ่งของ หรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกันของสิ่งของ หรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจจะมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

5. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง ความสามารถในการพูด หรือแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจ หรือรับทราบความนึก ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา (Using Space Time Relationship) หมายถึง ความสามารถในการเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติและเวลามาอธิบายสิ่งหนึ่ง หรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มีมิติ หมายถึง คุณสมบัติเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงาของวัตถุ เมื่อให้แสงตกกระทบในมุมต่าง ๆ กัน

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา กับจังหวะการเต้นของชีพจร

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา เช่น การหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่เมื่อเวลาเปลี่ยนไป

7. การสรุปอ้างอิง (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้รวมประกอบกับประสบการณ์เดิม

8. การทำนาย (Predicting) หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตว่าน่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills)
ได้แก่

1. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง ความสามารถในการให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในรูปที่สังเกตได้ วัด หรือนำมาปฏิบัติการได้ และบอกได้ว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกต หรือวิธีการวัดสิ่งนั้น ๆ ได้อย่างไร

2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องการควบคุม

การควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผล จากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3. การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบาย โดยอาศัยการสังเกต หรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

4. การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

การประมวลผลข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของตาราง ข้อความ ข้อความกึ่งตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ของ
ตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูล เชิงปริมาณ
เป็นเชิงคุณภาพ

5. การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation)

หมายถึง ความสามารถในการกำหนดโครงการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน
โดยคำนึงถึง

นิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ

เครื่องมือ และวิธีการใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ปัจจุบัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ให้ความสำคัญ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวของ AAAS โดยแบ่งออกเป็น 13 ทักษะ
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2522 : 1 - 12) ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง
รวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์
โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ได้ความถี่เห็นของผู้
สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งเป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ
สมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ชี้แจงและบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ
หลายอย่าง

2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยกะประมาณ

3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ใต้อย่างถูกต้อง
โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือใต้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการ
วัดด้วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. เลือกหน่วยกลางได้เหมาะสมกับสิ่งที่ใช้วัด
2. เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด
3. วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร และน้ำหนัก ฯลฯ

ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่ง หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. เรียงลำดับ หรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ได้
2. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับ หรือจำแนกได้
3. ตั้งเกณฑ์ในการเรียงลำดับ หรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งเรียงลำดับ

หรือจำแนกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ หรือกินที่ ซึ่งจะมีรูปร่างเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของอีกวัตถุหนึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงา ว่าเป็นซ้าย ขวา ของกันและกันอย่างไร

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ก็คือ หาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเวลา 10 วัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. วาครูบ 2 มิติ จากรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
2. วาครูบ 3 มิติ จากรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

3. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

4. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายและขวาของกันและกันอย่างไร

5. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่ง หรือทิศใดของอีกว่าวัตถุหนึ่ง

6. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด และการทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยจากตัวเลขที่มีอยู่แล้วในข้อมูลได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลเดิมที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่ เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถเลือกรูปแบบของการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้น มาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถเขียนตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ เขียนบรรยาย ฯลฯ

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ไ้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ อธิบายหรือสรุปเกินข้อมูลที่ไ้จากการสังเกตโดยตรง โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบาย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัย ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ใช้ข้อสรุปจากการทดลองที่ได้แล้วนำมาคาดคะเนคำตอบในเรื่องนั้น ๆ ที่ยังไม่ได้ทดลอง

2. ใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กฎ หลักการ หรือทฤษฎี ที่ได้ทำการทดลอง เป็นที่ยอมรับกันแล้ว คาดคะเนคำตอบอื่น ๆ ในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้ทดลอง

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัย การสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม ที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ ฯลฯ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. สรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และ ประสบการณ์เดิม

2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

10. การนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขต ของตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ การกำหนดความหมาย และขอบเขต ของตัวแปร หรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในสมมติฐาน หนึ่ง ๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการที่จะศึกษา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. บ่งชี้ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามและตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

2. กำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง และการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. การออกแบบการทดลองโดยกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามและตัวแปรที่ถูกควบคุม

2. เลือกเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม

3. ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้

4. ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง

5. สังเกตการทดลองโดยละเอียด โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 และไม่ลง

ความถี่เห็นส่วนตัว

6. การจัดการหาข้อมูลที่สังเกตได้ และเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการเสนอข้อมูล

7. บรรยายลักษณะและสมบัติ และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ถูกต้อง และสรุปความถูกต้องของสมมติฐานได้

13. การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ (ได้จากการทดลอง)

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ (ได้จากการทดลอง)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้างต้นแล้ว ได้เห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นเครื่องมือสำคัญในการสืบเสาะหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษานักเรียน
สอนที่จะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสาธิต ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้ดังนี้
สเตรลี (Strehle. 1964 : 2386) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์การ
สำรวจ (Exploratory Science) กับนักเรียนระดับที่ 7 โดยแบ่งผู้เรียนเป็นสองกลุ่ม
กลุ่มหนึ่งให้เรียนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งให้เรียนโดยวิธีบรรยายและครูสาธิต
การทดลองให้ดู ผลการวิจัยปรากฏว่า การทดสอบครั้งแรกผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิด
รวบยอดทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบครั้งหลังกลุ่ม
ที่สองโดยการบรรยายและสาธิตการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการ

รูคอล์ฟ (RudoIf. 1970 : 2750 - 2754) ได้เปรียบเทียบผลการสอน
2 วิธี กับนักเรียนระดับ 7 จำนวน 133 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ให้กลุ่มหนึ่ง
เรียนโดยการปฏิบัติการทดลอง นักเรียนแต่ละคนมีส่วนวางแผนและรับผิดชอบในกิจกรรม
การเรียนร่วมกัน อีกกลุ่มหนึ่งสอนโดยครูเป็นผู้สาธิตการทดลอง นักเรียนเป็นผู้สังเกตเท่านั้น
ไม่มีส่วนร่วมในการวางแผนการสอนใช้เวลาสอน 10 สัปดาห์ ผลการวิจัยเป็นดังนี้

1. นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพด้านความรู้
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนกลุ่มที่ครูเป็นผู้สาธิตการทดลองมีสมรรถภาพด้านความเข้าใจสูงกว่า
กลุ่มที่เรียนโดยการปฏิบัติการทดลอง
3. นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพด้านความเข้าใจสูงกว่าสมรรถภาพด้านความรู้
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นิมิตร มาตเกษม (2517 : 34 - 35) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวน โดยวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติการทดลอง โดยแบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ทดลองสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนโดยวิธีสาธิตกับนักเรียนกลุ่มที่หนึ่ง และสอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลองกับนักเรียนกลุ่มที่สอง ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. กลุ่มนักเรียนที่สอนโดยวิธีสาธิตและกลุ่มนักเรียนที่สอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความจำ และความเข้าใจไม่แตกต่างกัน
2. กลุ่มนักเรียนที่สอนโดยวิธีสาธิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาดีกว่ากลุ่มนักเรียนที่สอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง
3. กลุ่มนักเรียนที่สอนโดยวิธีสาธิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มนักเรียนที่สอนโดยวิธีปฏิบัติการทดลอง

วิชย มณีอุษุณีกุล (2519 : 168) ได้เปรียบเทียบการสอนวิธีทำหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยใช้โปรแกรมฟิล์มลึฟและการสาธิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ จำนวน 40 คน กลุ่มทดลองจำนวน 20 คน สอนโดยใช้โปรแกรมฟิล์มลึฟ ส่วนกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน สอนโดยการสาธิต ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุมน โอสถานนท์ (2520 : 52) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยการสอนแบบสาธิตกับวิธีสอนแบบศูนย์การเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยาลัยครูสวนกุหลาบ จำนวน 70 คน กลุ่มทดลองจำนวน 35 คน ใช้วิธีสอนแบบศูนย์การเรียน กลุ่มควบคุม จำนวน 35 คน ใช้วิธีสอนแบบสาธิต พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทเชาว์ ยินดีสุข (2523 : 62) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบใช้เกม กับการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต โดยทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมสาธิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 80 คน

กลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน สอนโดยใช้เกม ส่วนกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน สอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ กลุ่มที่สอนโดยใช้เกม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสาธิตข้างต้นสรุปได้ว่า การนำการสอนแบบสาธิตไปสอนเปรียบเทียบกับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง หรือเปรียบเทียบกับวิธีสอนแบบอื่น ๆ นั้น ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีทั้งแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน แต่ยังไม่พบว่ามีผู้ทำการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่าง ๆ กัน

งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีผู้วิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หอจะสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

วิกเคน (Widdon. 1972 : 186 A) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : Science A Process Approach) โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 พวก คือกลุ่มทดลอง ครูจะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมครูจะสอนตามหลักสูตรเดิมโดยไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษพบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม และครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

เกเบิล และ รันบ้า (Gable and Rubba. 1977 : 503 - 511) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนและประสบการณ์ฝึกสอน ที่มีต่อความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอินเดียนา จำนวน 58 คน พบว่า นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับ

การฝึกเพิ่มเติม

อุทัย ชีวะธนรักษ์ (2517 : 40 - 41) ได้เปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองกับนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัยปี 1 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน สอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ส่วนอีก 33 คน เป็นกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบเดิม ผลการทดลองพบว่าทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทำการทดลอง

เขาวนีย์ อะยะวงค์ (2525 : 56) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมและครูเป็นผู้ฝึก ซึ่งมีแผนการฝึกคล้ายขั้นตอนของการฝึกที่เหมือนกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ใช้การฝึกด้วยสื่อประสม ส่วนอีก 30 คน เป็นกลุ่มควบคุม มีครูเป็นผู้ฝึก ผลการศึกษาวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกจากครูผู้ฝึก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะ มีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปรีชา กล่ำรัมย์ (2526 : 70 - 83) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความถี่รวบยอดและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพ กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่รวบยอด เกี่ยวกับความสัมพันธ์และความงทอนของความถี่รวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ด้านความถี่

รวบยอดทางทฤษฎีและความงทนของความถึกรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่บทกลงสูงกว่ากลุ่ทวคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ค้ำนห้กษะกระบวนกรทงวิทยศศตร์ของห้งสองกลุ่ทแถกค้ำงกัน อย่างไม่มีนัยสําคัญทงสถิติ

วนา ชลประเวส (2526 : 79 - 83) ได้ถึถึษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกม กับวิธีสอนแบบปฏิบัติกรทคลง ที่มีค้อผลสัมฤทธิ์ค้ำนห้กษะกระบวนกรทงวิทยศศตร์ของนักรเรียนชั้นมัธยมถึษาปีที่ 1 จํานวน 90 คน กลุ่ททคลงเรียนโดยวิธีสอนแบบใช้เกม กลุ่ทวคุมเรียนโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติกรทคลง ผลปรากฎว่า กลุ่ททคลงมีผลสัมฤทธิ์ค้ำนห้กษะกระบวนกรทงวิทยศศตร์สูงกว่ากลุ่ทวคุม ยกเว้นห้กษะการวัด ห้กษะการกํานวน ห้กษะการทคลง และห้กษะการถึความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปร นักรเรียนห้งสองกลุ่ทมีผลสัมฤทธิ์แถกค้ำงกันอย่างไม่มีนัยสําคัญทงสถิติ

ภาณี โอภิธารณ (2527 : 65 - 67) ได้ถึถึษาเปรียบเทียบพัฒนาการของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทงการเรียน และความงทนค้ำนห้กษะกระบวนกรทงวิทยศศตร์โดยทคลงกับนักรเรียนชั้นมัธยมถึษาปีที่ 1 จํานวน 60 คน กลุ่ทวคุม 30 คน กลุ่ททคลง 30 คน แบ่งเป็นนักรเรียนที่มีความสําคัญทงการเรียนสูง 15 คน กับนักรเรียนที่มีความสําคัญทงการเรียนต่ำ 15 คน กลุ่ทวคุมเรียนโดยไม่ให้หลักกรเรียนเพือรอบรู้ กลุ่ททคลงเรียนโดยใช้หลักกรเรียนเพือรอบรู้ ผลการถึถึษาพบว่า กลุ่ททคลงและกลุ่ทวคุมมีพัฒนาการของการเรียนรู้ แถกค้ำงกันอย่างไม่มีนัยสําคัญทงสถิติ ส่วนผลสัมฤทธิ์และ ความงทนค้ำนห้กษะกระบวนกรทงวิทยศศตร์ของกลุ่ททคลงและกลุ่ทวคุม แถกค้ำงกัน เฉพาะนักรเรียนที่มีความสําคัญทงการเรียนต่ำ

อุทัย บุญมาถึ (2529 : 60 - 61) ได้ถึถึษาความสามารถในการแก้ปัญหาคึ่งวิทยศศตร์ และผลสัมฤทธิ์ค้ำนห้กษะกระบวนกรทงวิทยศศตร์ โดยใช้ชุดกรเรียนค้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือกร สสวท. ของนักรเรียนชั้นมัธยมถึษาปีที่ 2 ผลการถึถึษาพบว่า นักรเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกรเรียนค้วยตนเองมีความสามารถในการแก้ปัญหาคึ่งวิทยศศตร์และผลสัมฤทธิ์ค้ำนห้กษะกระบวนกรทงวิทยศศตร์สูงกว่านักรเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือกร อย่างมีนัยสําคัญทงสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าการนำวิธีสอนแบบต่าง ๆ ตลอดจนการนำนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้สอนเปรียบเทียบกันแล้ว พบว่ามีทั้งให้ผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ จากงานวิจัยจะพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย แสดงให้เห็นว่าหากครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามไปด้วย

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง จะมี
 - 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
 - 1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
2. นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง จะมี
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
 - 2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
3. นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง จะมี
 - 3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
 - 3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
4. นักเรียนในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน จะมี
 - 4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
 - 4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จากโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่าง ๆ กัน เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 180 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จากโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ จำนวน 60 คน โรงเรียนเอกชนขนาดกลาง จำนวน 60 คน และโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก จำนวน 60 คน แต่ละโรงเรียนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 30 คน และกลุ่มทดลอง 30 คน

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. แบ่งกลุ่มโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่าง ๆ กัน เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 180 โรงเรียน ออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ กลุ่มโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง และกลุ่มโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก

2. สุ่มตัวอย่างโรงเรียนเอกชนโดยการจับฉลากแล้วได้ดังนี้ โรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน ได้แก่โรงเรียนอานวยศิลป์ เขตพญาไท โรงเรียนเอกชนขนาดกลาง 1 โรงเรียน ได้แก่โรงเรียนบูรณวิทย์ เขตบางกอกน้อย และโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก 1 โรงเรียน ได้แก่โรงเรียนกรุงเทพศึกษา เขตดุสิต

3. สุ่มตัวอย่างห้องเรียนจากโรงเรียนในข้อ 2 โรงเรียนละ 2 ห้องเรียน

4. สุ่มตัวอย่างนักเรียนจากห้องเรียนในข้อ 3 ห้องเรียนละ 30 คน
5. จับฉลากเพื่อกำหนดว่าห้องเรียนใดเป็นกลุ่มทดลอง และห้องเรียนใดเป็น

กลุ่มควบคุม

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษากันคว่ำครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ว.203) เรื่อง อาหารและพลังงาน ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. สิ่งมีชีวิตได้พลังงานมาจากไหน
2. อาหาร
3. พลังงานจากอาหาร
4. พลังงานจากอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
5. พลังงานกับการดำรงชีวิต
6. ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการสังเคราะห์แสงและการหายใจ

ระยะเวลาในการทดลอง

การศึกษากันคว่ำครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษากันคว่ำ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษากันคว่ำครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารและพลังงาน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือ

1. สร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหาร และพลังงาน ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากคู่มือครู และแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของ สสท.

1.2 ศึกษารายละเอียดและเลือกเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนสำหรับการทดลองในครั้งนี้ โดยเลือกเอาเนื้อหาเรื่อง อาหารและพลังงาน มาใช้ในการทดลองสอน

1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอนที่จะใช้ในการทดลองสอน

1.4 สร้างแผนการสอนโดยการสาธิตการทดลอง 14 กาย

1.5 สร้างแผนการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง 14 กาย

1.6 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชน เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับสื่อการสอน เวลาที่ใช้ในการสอน และปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.8 นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้เป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์สำหรับการใช้ในการทดลองสอนจริงต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยยึดจุดมุ่งหมายการเรียนรูวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 3 (ว.203) เรื่อง อาหารและพลังงาน จำนวน 30 ข้อ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบ ของ ชวาล แพรัตกุล (2520 : 11 - 256) และคู่มือการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบของ วิเชียร เกตุสิงห์ (2518 : 20 - 37)

2.2 ศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ แบบเรียน คู่มือครู เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร เรื่อง อาหารและพลังงาน

2.3 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมวิชาวิทยาศาสตร เรื่อง อาหารและพลังงาน ร่วมกับผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร จำนวน 5 ท่าน โดยกำหนดพฤติกรรมดังนี้

2.3.1 ด้านความรู้ความเข้าใจ

2.3.2 ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร

2.3.3 ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตรไปใช้

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร ทั้ง 3 ด้านแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ประมวล 2 เท่าของจำนวนข้อ ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน พิจารณาเพื่อปรับปรุงแก้ไข ด้านภาษาในข้อคำถามและตัวเลือก

2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร เรื่อง อาหารและพลังงานมาแล้ว จำนวน 100 คน

2.7 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือข้อที่ไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย และถ่วงน้ำหนักของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง - เทห์ - ฟาน (Fan. 1952 : 1 - 32)

2.7.1 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย ระหว่าง .20 - .80

ไว้และ

2.7.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .02 ขึ้นไปรวม
จำนวน 30 ข้อ โดยข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีความเที่ยงตรงตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา
และพฤติกรรม

2.8 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้แล้วมาหาค่าความเชื่อมั่นตามแบบ กูเคอร์ -
ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR - 20 (ลวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2528 : 168)
ได้ค่าความเชื่อมั่น .8384

3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน
30 ข้อ ตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
จากเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

3.2 วิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง อาหารและพลังงาน ในพฤติกรรมด้านทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

3.2.1 การสังเกต

3.2.2 การวัด

3.2.3 การจำแนกประเภท

3.2.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

3.2.5 การคำนวณ

3.2.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

3.2.7 การลงความเห็นจากข้อมูล

3.2.8 การพยากรณ์

3.2.9 การตั้งสมมติฐาน

3.2.10 การนิยามเชิงปฏิบัติการ

3.2.11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

3.2.12 การทดลอง

3.2.13 การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ประมวล 2 เท่าของจำนวนข้อตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาตามพฤติกรรม ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาเพื่อแก้ไขปรับปรุง

3.5 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน มาแล้ว จำนวน 100 คน

3.6 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง - เทห์ - ฟาน (Fan. 1952 : 1 - 32)

3.6.1 กัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย ระหว่าง .20 - .80

ไว้และ

3.6.2 กัดเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปรวมจำนวน 30 ข้อ โดยข้อสอบที่กัดเลือกไว้มีความเที่ยงตรงตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม

3.7 นำข้อสอบที่กัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นตามแบบ กูเกอ์ - ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร $KR - 20$ (ลวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น .8240

แบบแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial Designs (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2528 : 168) ตั้งแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตาราง 1 แสดงแบบแผนการทดลอง

X_1	X_2	
	I	II
1	A	B
2	C	D
3	E	F

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- X_1 แทน ขนาดของโรงเรียนเอกชน
- 1 แทน โรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่
- 2 แทน โรงเรียนเอกชนขนาดกลาง
- 3 แทน โรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก
- X_2 แทน วิธีสอน
- I แทน วิธีสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง (กลุ่มควบคุม)
- II แทน วิธีสอนโดยการสาธิตการทดลอง (กลุ่มทดลอง)
- A แทน กลุ่มควบคุมในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่
- B แทน กลุ่มทดลองในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่

- C แทน กลุ่มควบคุมในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง
- D แทน กลุ่มทดลองในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง
- E แทน กลุ่มควบคุมในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก
- F แทน กลุ่มทดลองในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการทดลองไว้ดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก อย่างละ 1 โรงเรียน แล้วสุ่มตัวอย่างห้องเรียนจากโรงเรียนดังกล่าว โรงเรียนละ 2 ห้องเรียน สุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้นักเรียนห้องเรียนละ 30 คน แล้วจับฉลากเพื่อกำหนดว่าห้องเรียนใดเป็นกลุ่มทดลอง และห้องเรียนใดเป็นกลุ่มควบคุม
2. การดำเนินการสอน ผู้วิจัยจัดให้มีการประชุมปรึกษาหารือ และซักซ้อมความเข้าใจในแผนการสอน วิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการทดลองตามแนวในหนังสือ คู่มือครู กับการแบบสาธิตการทดลอง ร่วมกับศึกษานิเทศก์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (สช.) และครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วมอบหมายให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ของแต่ละโรงเรียน เป็นผู้ทำการสอน โดยผู้วิจัย และศึกษานิเทศก์ของ สช. เป็นผู้คอยดูแลการสอนอย่างใกล้ชิด เพื่อให้การสอนเป็นไปตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในการทดลองใช้เนื้อหาและความถนัดร่ายขอเดียวกัน คือเรื่อง อาหารและพลังงาน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือใช้เวลากลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที
 - 2.1 กลุ่มทดลอง สอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตการทดลอง
 - 2.2 กลุ่มควบคุม สอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยปฏิบัติการทดลอง
3. ทำการสอบหลังจากที่นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้เสร็จสิ้นการเรียนการสอนตามที่กำหนดไว้ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน

4. ตรวจสอบผลการสอบ แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก
4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน

การวิเคราะห์ข้อมูลข้อ 1 ถึงข้อ 4 จะทำการทดสอบโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง (Two - way Analysis of Variance)

ถ้าพบว่านักเรียนในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน และเรียนด้วยวิธีสอนที่ต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยต้องทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของ เชฟเฟ่ (Scheffe's Test)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ย จำนวนจากสูตร (ล่วน สายยศ และ อังณา สายยศ.

2528 : 71)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. หาค่าความแปรปรวน จำนวนจากสูตร (ล่วน สายยศ และ อังณา สายยศ.

2528 : 75)

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 (Kuder-Richardson 20)

(ล่วน สายยศ และ อังณา สายยศ. 2528 : 168 - 169)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
 q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ
 หรือคือ $1 - p$
 S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบฉบับนั้น

4. หากค่าความยากง่ายและอำนาจการจำแนกของแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วเปิดตาราง จุง - เทห์ - ฟาน (Fan. 1952 : 1 - 32)

5. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 ถึงข้อ 4 เพื่อหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง (Two - way Analysis of Variance) ดังตารางสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ล้วน สายยศ และ อังกลา สายยศ. 2528 : 104) ดังนี้

ตาราง 2 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง

Source of Variation	SS	df	MS	F
Row (ขนาดของโรงเรียน)	SS_R	$r - 1$	$\frac{SS_R}{df_R}$	$F_R = \frac{MS_R}{MS_E}$
Column (วิธีสอน)	SS_C	$c - 1$	$\frac{SS_C}{df_C}$	$F_C = \frac{MS_C}{MS_E}$
Interaction (วิธีสอนกับขนาดของโรงเรียน)	$SS_{(RC)}$	$(r-1)(c-1)$	$\frac{SS_{(RC)}}{df_{(RC)}}$	$F_{(RC)} = \frac{MS_{(RC)}}{MS_E}$
Error (ความคลาดเคลื่อน)	SS_E	$rc(n-1)$	$\frac{SS_E}{df_E}$	
Total	SS_T	$rcn - 1$		

ถ้าผลการวิเคราะห์ข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการทดสอบต่อไป โดยการเปรียบเทียบพหุคูณ ใช้วิธีการของเชฟเฟ่ (Scheffe's Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคู่ (ล้วน สายยศ และ อังกฤษ สายยศ. 2528 : 119 - 120) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$S = \sqrt{(K - 1)F(\alpha; df_1, df_2)} \sqrt{MS_E \sum_{j=1}^K \frac{(C_j)^2}{n_j}}$$

เมื่อ S แทน ค่าวิกฤตของ

K แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบกัน

$F(\alpha; df_1, df_2)$ แทน เบ็ดค่า F ในตารางแจกแจงค่า F ที่ α

มีค่า .05 หรือที่ .01

และ df_1 คือค่า df_C หรือ df_R

ส่วน df_2 คือค่า df_E

MS_E แทน ค่าความคลาดเคลื่อนของความแปรปรวนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

C_j แทน สัมประสิทธิ์ Contrast

ซึ่งจะมีค่าเป็น 1, -1, 1, -1, - - -

n_j แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ค่าใด ๆ จะมีนัยสำคัญทางสถิติก็ต่อเมื่อค่าความแตกต่างมีค่ามากกว่า S

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

SS	แทน ผลบวกกำลังสองของคะแนน
df	แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
MS	แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนน
F	แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา F - distribution
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง และกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก แสดงได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง และกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการ
ปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
วิธีสอน	0.56	1	0.56	0.033
ขนาดของโรงเรียน	684.22	2	342.11	20.112 **
ปฏิสัมพันธ์	11.74	2	5.87	0.345
ความคลาดเคลื่อน	2959.80	174	17.01	
รวม	3656.52	179		

$F_{.01} (2, 174) = 4.71$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 แสดงว่า

1.1 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่
ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ

1.1.1 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียน
กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1.1

1.1.2 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียน
กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2.1

1.1.3 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3.1

1.2 นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4.1

เพื่อแสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มใดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มใด จึงได้ทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มเป็นรายคู่ โดยวิธีของ เชฟเฟ่ (Scheffe's Test) แสดงได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก

ขนาดของโรงเรียน	$\bar{X}$	เล็ก	กลาง	ใหญ่
		18.51	20.13	23.21
เล็ก	18.51	—	1.62	4.70**
กลาง	20.13		—	3.08*
ใหญ่	23.21			—

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 แสดงว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เพื่อแสดงให้เห็นเด่นชัดยิ่งขึ้นว่าวิธีสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับวิธีสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง วิธีใดมีความเหมาะสมมากกับกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ จึงได้ทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ เชฟเฟ่ (Scheffe's Test) แสดงได้ดังนี้

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก เมื่อทดลองสอนโดยการสาธิตการทดลอง

ขนาดของโรงเรียน	$\bar{X}$	เล็ก	กลาง	ใหญ่
		18.63	20.26	22.80
เล็ก	18.63	-	1.63	4.17 **
กลาง	20.26		-	2.54
ใหญ่	22.80			-

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงว่าเมื่อทดลองสอนโดยการสาธิตการทดลอง ทำให้กลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ได้คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มากกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่กับขนาดกลาง และกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางกับขนาดเล็ก มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก เมื่อทดลองสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

ขนาดของโรงเรียน	$\bar{X}$	เล็ก	กลาง	ใหญ่
		18.40	20.00	23.63
เล็ก	18.40	-	1.60	5.23 **
กลาง	20.00		-	3.63 **
ใหญ่	23.63			-

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 แสดงว่า เมื่อทดลองสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ทำให้กลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ได้คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มากกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.3 วิธีสอนกับขนาดของโรงเรียนไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน จากการที่ไม่พบนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับขนาดของโรงเรียน แสดงว่า ขนาดของโรงเรียนและวิธีสอนไม่แสดงผลร่วมกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง และกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก แสดงได้ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง และกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
วิธีสอน	0.67	1	0.67	0.05
ขนาดของโรงเรียน	796.35	2	398.17	30.75 **
ปฏิสัมพันธ์	94.68	2	47.34	3.66 *
ความคลาดเคลื่อน	22252.30	174	12.94	
รวม	3144.00	179		

$$F .01 (2, 174) = 4.71$$

$$F .05 (2, 174) = 3.04$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 แสดงว่า

2.1 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ

2.1.1 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1.2

2.1.2 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2.2

2.1.3 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3.2

2.2 นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4.2

เพื่อแสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มใด มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มใด จึงได้ทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ เชฟเฟ่ (Scheffe's Test) แสดงได้ดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระหว่างนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก

ขนาดของโรงเรียน	$\bar{X}$	เล็ก	กลาง	ใหญ่
		16.76	18.68	21.86
เล็ก	16.76	-	1.92	5.10 **
กลาง	18.68		-	3.18 **
ใหญ่	21.86			-

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 แสดงว่า กลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เพื่อแสดงให้เห็นเด่นชัดยิ่งขึ้นว่าวิธีสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง วิธีสอนใดมีความเหมาะสมมากกับกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ จึงได้ทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ เชฟเฟ่ (Scheffe's Test) แสดงได้ดังนี้

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระหว่างนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก เมื่อทดลอง
สอนโดยการสาธิตการทดลอง

ขนาดของโรงเรียน		เล็ก	กลาง	ใหญ่
	$\bar{X}$	17.03	19.30	20.80
เล็ก	17.03	—	2.27*	3.77 **
กลาง	19.30		—	1.50
ใหญ่	20.80			—

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 แสดงว่า เมื่อทดลองสอนโดยการสาธิตการทดลอง ทำให้กลุ่ม
นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ได้คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
มากกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
และกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง ได้คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ กับขนาดกลาง มีคะแนนเฉลี่ย
ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระหว่างนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก เมื่อทดลอง
สอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

ขนาดของโรงเรียน	$\bar{X}$	เล็ก	กลาง	ใหญ่
		16.50	18.06	22.93
เล็ก	16.50	-	1.56	6.43 **
กลาง	18.06		-	4.87 **
ใหญ่	22.93			-

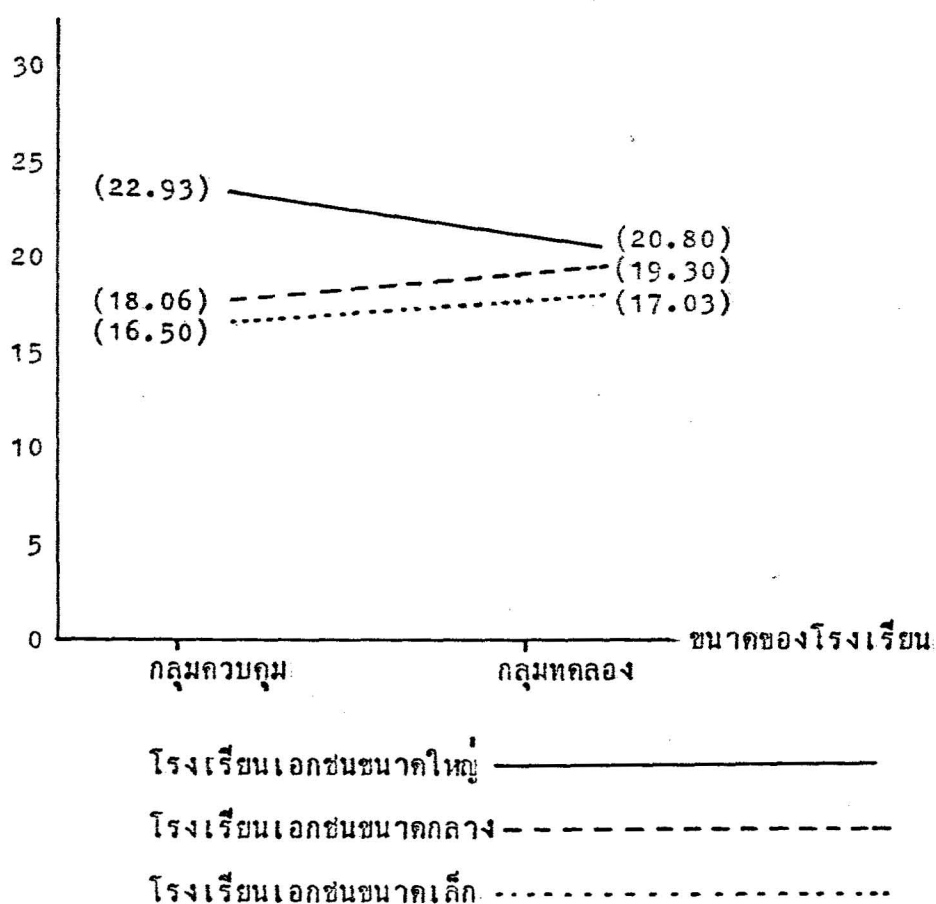
** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 แสดงว่า เมื่อทดลองสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ทำให้กลุ่ม
นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ได้คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
มากกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก มีคะแนนเฉลี่ย
ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 วิธีสอนกับขนาดของโรงเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .05 แสดงว่า วิธีสอนกับขนาดของโรงเรียนเอกชน ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน แสดงถึงภาพประกอบ 3

ภาพประกอบ 3 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับขนาดของโรงเรียน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยแบ่งตามขนาดของโรงเรียน

คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



จากภาพประกอบ 3 แสดงให้เห็นว่าวิธีสอนในกลุ่มควบคุม (สอนโดยการปฏิบัติการทดลอง) ของโรงเรียนขนาดต่าง ๆ มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันมากกว่าวิธีสอนในกลุ่มทดลอง (สอนโดยการสาธิตการทดลอง)

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษากันคว่ำครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชน ที่มีขนาดต่างกัน เขตกรุงเทพมหานคร ที่สอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการปฏิบัติการทดลอง

ความมุ่งหมายของการศึกษากันคว่ำ

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

สมมติฐานของการศึกษากันคว่ำ

1. นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง จะมี

1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิต การทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง จะมี

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิต การทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง จะมี

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4. นักเรียนในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน จะมี

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษากันว่า

1. ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จากโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่าง ๆ กัน เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 180 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จากโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ จำนวน 60 คน โรงเรียนเอกชนขนาดกลาง จำนวน 60 คน และโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก จำนวน 60 คน แต่ละโรงเรียนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน ดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดย การสาธิตการทดลอง

2.2 กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน ดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดย การปฏิบัติการทดลอง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษากันว่า

3.1 แผนการสอนโดยการสาธิตการทดลอง

3.2 แผนการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและพลังงาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .8384

4. วิธีดำเนินการทดลอง

4.1 ในการทดลองสอน ผู้วิจัยได้มอบหมายให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ของแต่ละโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ทำการสอน โดยผู้วิจัยและศึกษานิเทศก์ของ สช. เป็นผู้คอยดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อให้การสอนเป็นไปตามแผนการสอน

ในการทดลองสอนครั้งนี้ใช้เนื้อหาและความถ่วงดุลเดียวกัน คือเรื่องอาหารและพลังงาน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที

4.2 ทำการสอบหลังจากที่นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้เสร็จสิ้นการเรียนการสอนตามที่กำหนดไว้ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.3 ตรวจสอบผลการสอบ แล้วนำมาคะแนนมาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. กำหนดสถิติพื้นฐาน คือค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

2. วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง (Two - way Analysis of Variance) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก

3. ถ้าพบว่า F มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของ เชฟเฟ่ (Scheffe's Test)

สรุปผลการศึกษากันว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง และได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลองไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง และได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลองไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง และได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลองไม่แตกต่างกัน

4. นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเมื่อทดสอบโดยวิธีการของ เชฟเฟ่ แล้วพบว่า กลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางกับขนาดเล็ก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4.1 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเมื่อทดสอบโดยวิธีการของเซฟเฟ่ แล้วพบว่า กลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่กับขนาดกลาง และกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางกับขนาดเล็ก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4.2 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเมื่อทดสอบโดยวิธีการของเซฟเฟ่ แล้วพบว่า กลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางกับขนาดเล็ก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

5. วิธีสอนกับขนาดของโรงเรียนไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน แสดงว่า ขนาดของโรงเรียนและวิธีสอน ไม่แสดงผลร่วมกัน ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

6. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง และได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

7. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนในโรงเรียนเอกชน

ขนาดกลาง ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง และได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

8. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง และได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

9. นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ โดยใช้วิธีการของเซฟเฟ่ พบว่า กลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง และขนาดเล็ก ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางกับขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

9.1 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ โดยใช้วิธีการของเซฟเฟ่ พบว่า กลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่และขนาดกลาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่และขนาดกลาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

9.2 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ โดยใช้วิธีการของเซฟเฟ่ พบว่า กลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางกับขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

10. วิธีสอนกับขนาดของโรงเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง ส่วนนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

อภิปรายผลการศึกษากันกว่า

จากการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน เขตกรุงเทพมหานคร ที่สอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง อภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1.1 จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเดียวกัน ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยที่ปรากฏออกมาดังกล่าวนี้อาจเป็นเพราะว่าในการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลองนั้น มีการใช้อุปกรณ์การทดลองชุดเดียวกัน และคำถามที่ครูใช้เพื่อให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ก็คล้ายคลึงกัน ดังนั้นนักเรียนกลุ่มทดลองจึงได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้านเนื้อหาคล้ายคลึงกับนักเรียนกลุ่มควบคุม จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ให้นักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นิมิตร มาตย์เกษม (2517 : 34 - 35) ที่ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติการทดลอง ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้

ความจำ ความเข้าใจ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ปรีชา ธรฤทธิ์ (2529 : 49 - 51) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก พบว่า นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุที่ว่า ความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของโรงเรียนเอกชนแต่ละขนาดมีความแตกต่างกัน เพราะสภาพการจัดการศึกษาของโรงเรียนเอกชนจะดำเนินไปได้ก็เพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับภาวะสมมูลระหว่างรายรับและรายจ่ายของโรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่มีรายไ้มาก ย่อมมีความพร้อมสูงในทุก ๆ ด้าน นักเรียนที่มีความต้องการที่จะเข้าเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่มีจำนวนมาก ดังนั้น โรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ จึงมีโอกาสได้คัดเลือกนักเรียนที่มีความพร้อมมากกว่าเข้าเรียนในโรงเรียน ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจมีส่วนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่สูง ส่วนโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็กนั้นเป็นโรงเรียนที่มีรายไ้น้อยลงมา ความพร้อมในด้านต่าง ๆ ย่อมลดลงเป็นลำดับ ความต้องการของนักเรียนที่จะเข้าเรียนในโรงเรียนมีไม่มากนัก ส่วนใหญ่แล้วการรับนักเรียนเข้าเรียนจะไม่มีคัดเลือก ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนลดน้อยลงมาเช่นเดียวกัน ดังนั้น นักเรียนในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน จึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

1.3 จากการศึกษาวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ร่วม ระหว่างวิธีสอนกับขนาดของโรงเรียนเอกชน พบว่า วิธีสอนกับขนาดของโรงเรียนเอกชนไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แสดงว่า นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง

ขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเรียนด้วยวิธีสอนแบบใดก็ตาม นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง และขนาดเล็ก และนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก นั่นคือ วิธีสอนแบบใดก็ตามไม่มีผล ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน เพิ่มขึ้นมากล้นเคียงกันได้ นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ไม่ว่าจะได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง หรือได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ก็ตาม นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก และนักเรียนในโรงเรียนเอกชน ขนาดกลาง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในโรงเรียนเอกชน ขนาดเล็ก

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 จากการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียน เอกชนที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการสอนโดยการปฏิบัติ การทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยที่ปรากฏออกมาครั้งนี้อาจมาจากสาเหตุที่ว่า นักเรียนในระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีอายุระหว่าง 12 - 14 ปี ซึ่งมีพัฒนาการทางความคิดอยู่ในขั้นคิดหา เหตุผลจากประสบการณ์ที่เป็นนามธรรม (Formal Operational Stage) การสอนจึง อาจลดอุปสรรคลงได้บ้าง นักเรียนที่เรียนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนที่เรียนโดยการ ปฏิบัติการทดลอง จึงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการ วิจัยของ ปรีชา กล่ำรัมย์ (2526 : 70 - 83) ที่ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพ กับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ วนา ชลประเวศ (2526 : 79 - 83)

ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีสอนแบบใช้เกม กับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 จากการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียน เอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก พบว่า นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือ กลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุเช่นเดียวกับข้อ 1.2 ที่ว่า ความพร้อมของนักเรียนและความพร้อม ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของโรงเรียนเอกชนแต่ละขนาดมีความแตกต่างกัน จึง ทำให้นักเรียนในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน

2.3 จากการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ร่วม ระหว่างวิธีสอนกับขนาดของโรงเรียน เอกชน พบว่า วิธีสอนกับขนาดของโรงเรียนเอกชนมีปฏิสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 นั่นคือ วิธีสอนและขนาดของโรงเรียนเอกชน จะส่งผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ และได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็ก ถึงแม้ว่าจะสอนโดยการสาธิตการทดลอง และสอน โดยการปฏิบัติการทดลอง นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเดียวกัน มีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน โดยเฉพาะกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ที่ได้รับ การสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำสุด

การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับขนาดของโรงเรียนเอกชนที่เห็นได้ชัด คือกลุ่ม นักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง จะมีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงสุด และสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการที่โรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีความพร้อมในการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการปฏิบัติการทดลองอยู่แล้ว และกลุ่มนักเรียนใน โรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ มีความคุ้นเคยกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการ แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง จึงส่งผลให้นักเรียนในกลุ่มนี้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูง ส่วนกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนเอกชนขนาดกลางและขนาดเล็กนั้น โรงเรียนอาจจะยังมี ปัญหาอยู่บ้าง ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการให้นักเรียน แบ่งกลุ่มปฏิบัติการทดลอง จึงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ต่ำ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ดังนั้น ผู้บริหารโรงเรียนเอกชนควร สนับสนุนในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้านอุปกรณ์การทดลอง วิทยาศาสตร์ อย่างน้อยนักเรียนทุกคนไม่สามารถได้ทำการทดลองด้วยตนเอง ก็ควรได้ ศึกษาจากการสาธิตของครูแทนได้

1.2 จากการศึกษาพบว่า เมื่อสอนโดยการสาธิตการทดลอง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกับการสอน โดยปฏิบัติการทดลอง ดังนั้น ครูผู้สอนควรพิจารณาเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ โดยการสาธิตการทดลองแทนการสอนโดยการปฏิบัติการทดลองได้ เพื่อแก้ปัญหา เกี่ยวกับอุปกรณ์การทดลองที่มีอยู่ไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

1.3 ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการสาธิตการทดลอง ครูผู้สอนอาจจะให้ นักเรียนสลับเปลี่ยนกันออกมาทำหน้าที่เป็นผู้สาธิตการทดลอง หรือร่วมกับครูในการสาธิตการทดลอง เพื่อที่จะให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะในการปฏิบัติการทดลองไปด้วย

1.4 เนื่องจากการสอนโดยการสาธิตการทดลอง คำถามของครูสามารถทำให้นักเรียนมีความตั้งใจ สนใจ และติดตามอยู่ตลอดเวลา ซึ่งทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการตามเวลาที่กำหนด ดังนั้น เพื่อให้การสอนโดยการสาธิตการทดลองดึงดูดความสนใจของนักเรียน ครูผู้สอนจึงควรเตรียมคำถามสำหรับใช้ประกอบการสาธิตด้วย

1.5 จากการทดลองสอน พบว่า เมื่อสอนโดยการสาธิตการทดลอง ใช้เวลาในกิจกรรมการปฏิบัติการทดลอง น้อยกว่าการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรเตรียมกิจกรรมเสริมในการเรียนการสอนด้วย เช่น อาจมีการเสริมด้วยแบบฝึกต่าง ๆ หรือเกมต่าง ๆ เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า การสอนโดยการสาธิตการทดลองที่มีการเตรียมการไว้อย่างดีแล้ว ทำให้การเรียนการสอนใช้เวลาน้อยกว่ากำหนด ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสาธิตการทดลองในการสอนซ่อมเสริม

2.2 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบ การสอนโดยการสาธิตการทดลอง กับการสอนโดยการปฏิบัติการทดลองในเนื้อหาอื่น เพื่อศึกษาว่าเนื้อหาใดบ้างที่เหมาะสมกับการสอนโดยการสาธิตการทดลอง

2.3 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยการสาธิตการทดลองกับตัวแปรอื่น เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กัจจา ไทวิชัย. ปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร สสวท. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ของครูโรงเรียนราษฎร์ ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.
- กิ่งแก้ว กุอมรวัฒน์. การวิเคราะห์แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- ไชศรี อภรณ์รัตน์ และ เบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะแสวงหา
ความรู้." ข่าว สสวท. 9(4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม - กันยายน 2524.
- กัมภีร์ สุขศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติ
ทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูล กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ชวาล แทร็คกุล. เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬารังสา, 2520.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. แบบแผนการทดลองและสถิติ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
- ชูศรี สนิทประชากร. วิธีสอนในระดับประถมศึกษาตามแนวหลักสูตรใหม่. กรุงเทพฯ :
วิเคราะห์พิมพ์, 2525.
- เชาวนี อะยะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์
ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- นพพงษ์ บุญจิตรกุลย์ วไลรัตน์ บุญสวัสดิ์ และ กรรณิการ์ สัจกุล. เกณฑ์ประเมินผลงาน
วิชาการในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2521. อัดสำเนา.
- นิตา สะเพียรชัย. "วิทยาศาสตร์จะพัฒนาประเทศได้อย่างไร." ข่าวสาร สสวท.
6(3) : 1 - 6 ; เมษายน 2521.

นิมิตร มาตเกษม. การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนระหว่างวิธีสาธิตและ
วิธีปฏิบัติการทดลอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2818. อัดสำเนา.

ประณีต วิบุลย์พินิจ. พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา(ตอน 1). กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2521.

ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : หน่วยงานพิเศษ
กรมการศึกษาค้นคว้า กระทรวงศึกษาธิการ, 2524.

ประหยัด จันทรชมพู และ ประสมสันต์ อักษรมัต. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุภา, 2518.

ปรีชา กล้ารักมี. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและ
แผนภูมิ กับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

ปรีชา ธรฤทธิ์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากการสอน
แบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู
ของ สสวท. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์." เอกสารหน่วยการเรียนรู้การสอน
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2525.

_____. "การสังเกตทางวิทยาศาสตร์." ข่าวสาร สสวท. 11(4) : 2 - 5 ;
กรกฎาคม 2526.

ท้าว ยินดีสุข. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบใช้เกม กับการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.

ภาณี โอภิธารณ์. การศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์และความกตัญญูด้านทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้
หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ กับไม่ใช่หลักการเรียนเพื่อรอบรู้. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสำเนา.

มังกร ทองสุคี่. ปัญหาของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยม

โรงเรียนรัฐบาล ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักสำเนา.

รุจิระ สุภรณ์ไพบูลย์. การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
บรรณกิจ, 2523.

ละเอียศ ภิระอนันต์. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อักสำเนา.

ล้วน สายยศ และ อังณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
ศึกษาธิการ จำกัด, 2528.

วนา ชลประเวศ. การศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกม กับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2526. อักสำเนา.

วรรณวิไล หุตสวัสดิ์. ปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามแนว สสวท.
ของครูโรงเรียนราษฎร์ ในเขตการศึกษา 6. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อักสำเนา.

วิชัย มณีอัญชลีกุล. การเปรียบเทียบการสอนวิธีทำหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยใช้
โปรแกรมฟิล์มลู่และการสาธิต. วิทยานิพนธ์ ศ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2519. อักสำเนา.

วิเชียร เกตุสิงห์. คู่มือการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ. กรุงเทพฯ : โอเคเอ็นการพิมพ์, 2518.

วิรัช ธิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวน - สอบสวน. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์, 2521.

ศศิเกษม ทองขงค์ และ ลีลา สีนานุเคราะห์. วิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2524.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2521.

_____. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 (ว.203). กรุงเทพฯ : พิมพ์ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2528.

_____. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 (ว.203). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2529.

สมจิต สวอนไพบุลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป, 2519. อัดสำเนา.

_____. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป, 2522. อัดสำเนา.

สุมน โอสถานนท์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปด้วยวิธีสอนแบบสาธิต กับวิธีสอนแบบศูนย์การเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520. อัดสำเนา.

สุริมาศ ธนพฤตพิที. บทนำการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามแนว สสวท. ของครูโรงเรียนราษฎร์ ในเขตการศึกษา 12. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อัดสำเนา.

สุวัฒน์ นิยมเก่า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช,
2517.

สุวัฒน์ มุทธเมธา. การเรียนรู้การสอนปัจจุบัน (ศึกษา 333). กรุงเทพฯ : โอเคียนสโตร์,
2523.

สุเทพ อุตสาหัส. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สหพันธ์,
2526.

อนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, คณะ. ชุดการเรียนรู้
การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.

_____. ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. กรุงเทพฯ :
ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.

_____. ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ :
ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.

อัญชลี แจ่มเจริญ และ สุกัญญา ธารีวรรณ. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์
ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : เฉลิมชัยการพิมพ์, 2523.

อุทัย ชีวะธนรักษ์. การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบเดิม ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในระดับภาคนี้ยัตร์
วิชาการศึกษา. ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

อุบลพงษ์ วัฒนเสวี. "เทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิด." ศึกษาศาสตร์.
4(3) : 22 - 27 ; มิถุนายน - กันยายน 2522.

อำนวย รุ่งรัศมี. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. ภาควิชาชีววิทยา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525

- Bloom, Benjamin S. Taxonomy of Educational Objective Hand Book I : Cognitive Domain. New York, David Mac Kay Company, Inc., 1956.
- Carin A.A. and R.B.Sund. Developing Questioning Technique : A Self Concept Approach. Ohio, Charles E. Merrill Publishing, 1971.
- Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. New Jersey, Educational Testing Service, Princeton, 1952.
- Gable, Dorothy L. and Rubba Peter A. "The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics - Achievement Attitude Toward Science and Science Teaching," Science Education. 61 : 503 - 511 ; October - December, 1977.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Good, Carter V. New York : Mc Graw - Hill Company, 1973.
- Kusland, L.T. and A.H.Stone. Teaching Children Science : An Inquiry Approach. (Third Printing). California Wadsworth Publishing, Co., 1969.
- Rudolf, William, "Differences in Retention Between Populations of Seven Grade Science Students Taught by The Method of Instruction : Small Group Laboratory and Teacher Demonstration," Dissertation Abstracts. 3(6) : 2753 - 2754 A ; December, 1970.
- Strehle, Joseph A. "A Comparative Achievement of Seventh Grade Exploratory Science Student Taught by Laboratory Versus Enriched Lecture Demonstration Method of Instruction," Dissertation Abstracts.
- Suchman, J.Richard. "Inquiry : Inquiry in The Curriculum," The Strucutor. 75 : 24 : January, 1966.
- Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry in The Secondary School. Ohio : Charles E. Merrill Publishing Co., 1967.
- Widden, Marrun Frank. "A Product Evaluation of Science A process Approach," Dissertation Abstracts International. 32 : 3583 A ; January, 1972.

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์แบบทดสอบ

คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	37	1369	26	36	1296	51	28	784	76	26	676
2	36	1296	27	41	1681	52	30	900	77	26	676
3	36	1296	28	29	841	53	29	841	78	26	676
4	35	1225	29	34	1156	54	27	729	79	26	676
5	38	1444	30	34	1156	55	34	1156	80	22	484
6	38	1444	31	28	784	56	33	1089	81	24	576
7	34	1156	32	28	784	57	30	900	82	25	529
8	34	1156	33	31	961	58	31	961	83	18	324
9	36	1296	34	29	841	59	31	961	84	18	324
10	40	1600	35	27	729	60	31	961	85	24	576
11	35	1225	36	28	784	61	30	900	86	25	529
12	43	1849	37	31	961	62	31	961	87	24	576
13	45	2025	38	31	961	63	33	1089	88	17	289
14	35	1225	39	27	729	64	38	1444	89	24	576
15	40	1600	40	33	1089	65	38	1444	90	25	529
16	40	1600	41	28	784	66	31	961	91	21	441
17	35	1225	42	31	961	67	27	729	92	23	529
18	42	1764	43	38	1444	68	27	729	93	17	289
19	36	1296	44	32	1024	69	29	841	94	24	576
20	35	1225	45	27	729	70	28	784	95	21	441
21	35	1225	46	32	1024	71	27	729	96	26	676
22	38	1444	47	32	1024	72	28	784	97	26	676
23	42	1764	48	31	961	73	27	729	98	16	256
24	35	1225	49	30	900	74	26	676	99	25	529
25	38	1444	50	31	961	75	26	676	100	20	400

ค่า p, r ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.75	.37	16	.48	.36
2	.62	.57	17	.69	.29
3	.46	.27	18	.42	.26
4	.77	.44	19	.66	.51
5	.29	.47	20	.28	.44
6	.52	.58	21	.67	.24
7	.48	.22	22	.64	.54
8	.54	.41	23	.27	.32
9	.24	.38	24	.50	.26
10	.73	.39	25	.38	.50
11	.25	.28	26	.56	.38
12	.46	.27	27	.31	.29
13	.33	.53	28	.35	.25
14	.44	.51	29	.71	.43
15	.42	.26	30	.66	.45

ค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.80	.20	.16	16	.53	.47	.24
2	.62	.38	.23	17	.68	.32	.21
3	.37	.63	.23	18	.35	.65	.22
4	.82	.18	.14	19	.65	.35	.22
5	.32	.68	.21	20	.23	.77	.17
6	.47	.53	.24	21	.63	.37	.23
7	.42	.58	.24	22	.66	.34	.22
8	.54	.46	.24	23	.28	.72	.20
9	.34	.66	.22	24	.56	.44	.24
10	.80	.20	.16	25	.43	.57	.24
11	.27	.73	.19	26	.56	.44	.24
12	.48	.52	.24	27	.37	.63	.23
13	.33	.67	.22	28	.29	.71	.20
14	.43	.57	.24	29	.79	.21	.16
15	.42	.58	.24	30	.64	.36	.23

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของ กูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

$$\Sigma pq = 6.45$$

$$\Sigma X = 3036$$

$$\Sigma X^2 = 95570$$

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{(100 \times 95570) - (3036)^2}{100(100-1)} \\
 &= \frac{9557000 - 9217296}{9900} \\
 &= \frac{339704}{9900} \\
 &= 34.31
 \end{aligned}$$

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right\} \\
 &= \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{6.45}{34.31} \right\} \\
 &= \frac{30(1-0.18)}{29} \\
 &= 1.03 \times 0.81 \\
 &= 0.8384 \\
 \text{แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น} &= 0.8384
 \end{aligned}$$

คะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	46	2116	26	41	1681	51	39	1521	76	40	1600
2	46	2116	27	42	1764	52	38	1444	77	40	1600
3	44	1936	28	34	1156	53	38	1444	78	33	1089
4	42	1764	29	37	1369	54	38	1444	79	33	1089
5	45	2025	30	35	1225	55	38	1444	80	33	1089
6	42	1764	31	39	1521	56	35	1225	81	33	1089
7	44	1936	32	37	1369	57	34	1156	82	32	1024
8	46	2116	33	38	1444	58	37	1369	83	31	961
9	44	1936	34	36	1296	59	35	1225	84	32	1024
10	42	1764	35	39	1521	60	38	1444	85	32	1024
11	44	1936	36	36	1296	61	38	1444	86	32	1024
12	44	1936	37	34	1156	62	34	1156	87	31	961
13	45	2025	38	34	1156	63	38	1444	88	30	900
14	44	1936	39	34	1156	64	38	1444	89	32	1024
15	50	2500	40	35	1225	65	39	1521	90	32	1024
16	45	2025	41	38	1444	66	41	1681	91	28	784
17	45	2025	42	37	1369	67	41	1681	92	28	784
18	42	1764	43	38	1444	68	41	1681	93	28	784
19	42	1764	44	37	1369	69	41	1681	94	28	784
20	44	1936	45	36	1296	70	40	1600	95	27	729
21	42	1764	46	35	1225	71	40	1600	96	26	676
22	42	1764	47	35	1225	72	40	1600	97	29	841
23	43	1849	48	35	1225	73	40	1600	98	24	576
24	43	1764	49	35	1225	74	40	1600	99	27	729
25	43	1849	50	39	1521	75	40	1600	100	23	529

ค่า p , r ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.64	.54	16	.64	.65
2	.56	.38	17	.60	.37
3	.75	.28	18	.46	.40
4	.72	.53	19	.76	.33
5	.76	.33	20	.70	.38
6	.77	.44	21	.63	.24
7	.75	.28	22	.26	.41
8	.68	.72	23	.21	.57
9	.71	.43	24	.32	.72
10	.54	.56	25	.62	.57
11	.59	.23	26	.36	.31
12	.72	.22	27	.60	.46
13	.78	.29	28	.44	.30
14	.45	.42	29	.52	.37
15	.75	.37	30	.64	.41

ค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.64	.36	.23	16	.72	.28	.20
2	.68	.32	.21	17	.57	.43	.24
3	.82	.18	.14	18	.53	.47	.30
4	.72	.28	.20	19	.86	.24	.20
5	.79	.21	.16	20	.63	.37	.23
6	.80	.20	.16	21	.60	.40	.24
7	.72	.28	.20	22	.22	.78	.17
8	.73	.27	.19	23	.16	.84	.13
9	.75	.25	.18	24	.39	.61	.23
10	.53	.47	.24	25	.56	.44	.24
11	.57	.43	.24	26	.36	.64	.23
12	.72	.28	.20	27	.66	.34	.22
13	.74	.26	.19	28	.46	.54	.24
14	.53	.47	.24	29	.52	.48	.24
15	.82	.18	.14	30	.69	.31	.21

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้สูตร KR-20 ของ กูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

$$\Sigma pq = 6.24$$

$$\Sigma X = 3739$$

$$\Sigma X^2 = 142775$$

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{(100 \times 142775) - (3739)^2}{100(100-1)} \\
 &= \frac{14277500 - 13980121}{9900} \\
 &= \frac{297379}{9900} \\
 &= 30.03
 \end{aligned}$$

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right\} \\
 &= \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{6.24}{30.03} \right\} \\
 &= \frac{30}{29} (1 - 0.20) \\
 &= 1.03 \times 0.80 \\
 &= 0.8240
 \end{aligned}$$

แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น = 0.8240

ภาคผนวก ข.

คะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลองโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	26	676	16	17	289
2	28	784	17	19	361
3	21	441	18	22	484
4	25	625	19	28	784
5	30	900	20	26	676
6	19	361	21	25	625
7	20	400	22	20	400
8	26	676	23	20	400
9	22	484	24	29	841
10	26	676	25	21	441
11	29	841	26	24	579
12	11	121	27	13	169
13	17	289	28	22	484
14	26	676	29	24	576
15	28	784	30	20	400

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของกลุ่ความคุมโรเรียนเอกชนขนาดใหญ่

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
1	28	784	16	21	441
2	27	729	17	12	144
3	20	400	18	24	576
4	24	576	19	28	784
5	23	529	20	17	289
6	18	324	21	26	676
7	26	676	22	28	784
8	27	729	23	20	400
9	18	324	24	21	441
10	26	676	25	26	676
11	29	841	26	28	784
12	26	676	27	24	576
13	24	576	28	28	784
14	23	529	29	21	441
15	25	625	30	21	441

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลองโรงเรียนเอกชนชนบทกลาง

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	20	400	16	25	625
2	25	625	17	20	400
3	19	361	18	20	400
4	22	484	19	12	144
5	20	400	20	23	529
6	26	676	21	23	529
7	18	324	22	23	529
8	20	400	23	14	196
9	16	256	24	22	484
10	25	625	25	22	484
11	14	196	26	25	625
12	26	676	27	23	529
13	11	121	28	25	625
14	19	361	29	25	625
15	17	289	30	21	441

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มควบคุมโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	23	529	16	20	400
2	21	441	17	16	256
3	13	169	18	20	400
4	19	361	19	21	441
5	21	441	20	21	441
6	18	324	21	17	289
7	23	529	22	19	361
8	18	324	23	27	729
9	21	441	24	20	400
10	19	361	25	16	256
11	27	729	26	20	400
12	20	400	27	21	441
13	16	256	28	21	441
14	23	529	29	17	289
15	23	529	30	19	361

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลองโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
1	21	441	16	19	361
2	19	361	17	11	121
3	20	400	18	21	441
4	26	676	19	19	361
5	17	289	20	12	144
6	19	361	21	17	289
7	21	441	22	20	400
8	23	529	23	15	225
9	19	361	24	10	100
10	23	529	25	13	169
11	17	289	26	18	324
12	19	361	27	19	361
13	22	484	28	18	324
14	21	441	29	22	484
15	21	441	30	17	289

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 ของกลุ่มทวบรวมโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
1	19	361	16	16	256
2	21	441	17	11	121
3	18	324	18	10	100
4	16	256	19	17	289
5	13	169	20	15	225
6	27	729	21	21	441
7	15	225	22	19	361
8	15	225	23	26	676
9	20	400	24	19	361
10	25	625	25	17	289
11	17	289	26	19	361
12	15	225	27	25	625
13	12	144	28	21	441
14	16	256	29	22	484
15	26	676	30	19	361

คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของกุ่มทดลองโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
1	23	529	16	21	441
2	20	400	17	21	441
3	17	289	18	24	576
4	21	441	19	23	529
5	27	729	20	20	400
6	20	400	21	18	324
7	19	361	22	23	529
8	21	441	23	22	484
9	16	256	24	28	784
10	22	484	25	17	289
11	27	729	26	19	361
12	10	100	27	10	100
13	14	196	28	25	625
14	22	484	29	26	676
15	24	576	30	24	576

คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มควบคุมโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
1	26	676	16	22	484
2	23	529	17	17	289
3	24	576	18	23	529
4	25	625	19	27	729
5	20	400	20	20	400
6	23	529	21	27	729
7	24	576	22	28	784
8	28	784	23	22	484
9	14	197	24	24	576
10	25	625	25	24	576
11	27	729	26	26	676
12	23	529	27	19	361
13	22	484	28	24	576
14	18	324	29	22	484
15	22	484	30	19	361

คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลองโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
1	19	361	16	24	576
2	26	676	17	23	529
3	21	441	18	19	361
4	19	361	19	10	100
5	23	529	20	21	441
6	23	529	21	18	324
7	19	361	22	12	144
8	17	289	23	15	225
9	19	361	24	23	529
10	24	576	25	19	361
11	10	100	26	21	441
12	21	441	27	21	441
13	10	100	28	26	676
14	15	225	29	24	576
15	15	225	30	22	484

คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มควบคุมโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	25	625	16	21	441
2	19	362	17	19	361
3	11	125	18	16	256
4	15	225	19	19	361
5	16	256	20	20	400
6	13	169	21	13	169
7	20	400	22	20	400
8	20	400	23	24	576
9	17	289	24	22	484
10	16	256	25	18	324
11	25	625	26	14	196
12	17	289	27	19	361
13	12	144	28	17	289
14	20	400	29	19	361
15	21	441	30	14	196

คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลองโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
1	17	289	16	16	256
2	18	324	17	14	196
3	17	289	18	13	169
4	27	729	19	15	225
5	19	361	20	10	100
6	15	225	21	14	196
7	23	529	22	16	256
8	22	484	23	14	196
9	23	529	24	15	225
10	19	361	25	10	100
11	13	169	26	24	576
12	15	225	27	15	225
13	25	625	28	14	196
14	17	289	29	24	576
15	15	225	30	12	144

คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มควบคุมโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	15	225	16	14	196
2	19	361	17	10	100
3	16	256	18	13	169
4	12	144	19	13	169
5	15	225	20	17	289
6	21	441	21	19	361
7	12	144	22	16	256
8	12	144	23	23	529
9	16	256	24	16	256
10	19	361	25	14	196
11	11	121	26	21	441
12	17	289	27	23	529
13	16	256	28	20	400
14	14	196	29	24	576
15	21	441	30	16	256

คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

วิธีสอน ขนาดของโรงเรียน	กลุ่มควบคุม สอนโดยการปฏิบัติการทดลอง	กลุ่มทดลอง สอนโดยการสาธิตการทดลอง	รวม รวมทุกวิธีสอน
โรงเรียนขนาดใหญ่	23.63	22.80	23.21
โรงเรียนขนาดกลาง	20.00	20.26	20.13
โรงเรียนขนาดเล็ก	18.40	18.63	18.51
รวมทุกขนาดของโรงเรียน	20.67	20.56	20.61

คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิธีสอน ขนาดของโรงเรียน	กลุ่มควบคุม สอนโดยการปฏิบัติการทดลอง	กลุ่มทดลอง สอนโดยการสาธิตการทดลอง	รวม รวมทุกวิธีสอน
โรงเรียนขนาดใหญ่	22.93	20.80	21.86
โรงเรียนขนาดกลาง	18.06	19.30	18.68
โรงเรียนขนาดเล็ก	16.50	17.03	16.76
รวมทุกขนาดของโรงเรียน	19.16	19.04	19.10

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การสร้างอาหารของพืชคือกระบวนการใด

- ก. การย่อย
- ข. การหายใจ
- ค. การลำเลียง
- ง. การแลกเปลี่ยนก๊าซ
- จ. การสังเคราะห์แสง

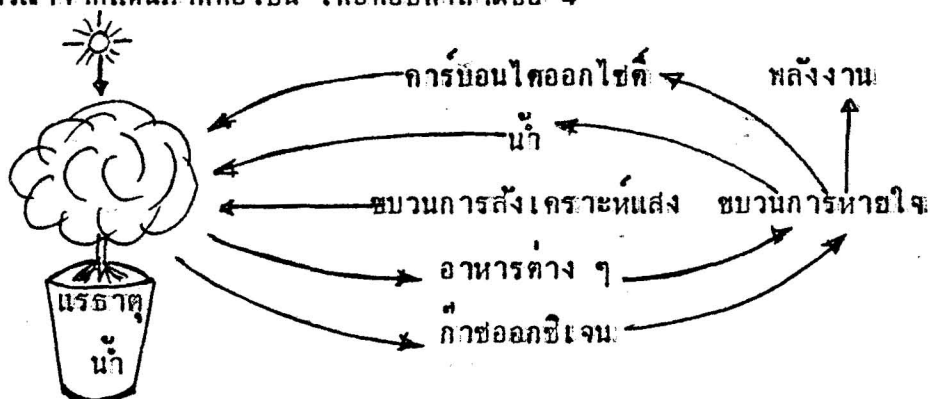
2. สัตว์ใดพลังงานมาจากพลังงานรูปใด

- ก. พลังงานแสงอาทิตย์ที่สะสมในอาหาร
- ข. พลังงานความร้อนที่สะสมในอาหาร
- ค. พลังงานเคมีที่สะสมในอาหาร
- ง. พลังงานศักย์ที่สะสมในอาหาร
- จ. พลังงานกลที่สะสมในอาหาร

3. บ้านของสมศรีมักจะมีหนูวิ่งไปมาในตอนกลางคืนเพื่อมาหาเศษอาหารในถังขยะและในครัว
สมศรีจึงคิดหาทางที่จะกำจัดหนูเหล่านั้นเสีย สมศรีควรจะใช้วิธีใดจึงจะดีที่สุด

- ก. กวาดเศษอาหารในถังขยะและในครัว
- ข. โรยสารพิษไว้ในที่ที่หนูจะวิ่งผ่าน
- ค. ผสมสารพิษไว้ในอาหารให้หนูกิน
- ง. เลี้ยงแมวไว้สำหรับไล่จับหนู
- จ. เลี้ยงสุนัขไว้สำหรับไล่จับหนู

พิจารณาจากแผนภาพต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อ 4



4. พืชจะหยุดสังเคราะห์แสงถ้าเราปฏิบัติตามข้อใด

- ก. ไม่รดน้ำต้นไม้
- ข. ไม่ใส่ปุ๋ยต้นไม้
- ค. นำต้นไม้ไปไว้ในบ้าน
- ง. ครอบต้นไม้ด้วยกล่องดำทึบ
- จ. ครอบต้นไม้ด้วยครอบแก้วใส

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 5 - 6

ชนิดของ อาหาร	การเปลี่ยนแปลงเมื่อเติมสารละลาย			ดูกับ กระดาษ
	ไอโอดีน	เบเนดิกต์	ไบยูเรต	
A	-	-	สีม่วง	โปร่งแสง
B	-	สีส้ม	สีม่วง	โปร่งแสง
C	สีน้ำเงิน	สีส้ม	-	-
D	-	-	-	โปร่งแสง
E	-	สีส้ม	-	-

5. ข้อใดมีสมบัติเหมือนสาร C

- ก. เนื้อ นม ไข่
- ข. มันเทศ เผือก สาหร่าย

- ด. ถั่วเขียว ผือก น้ำนม
- ง. ถั่วเหลือง มันเทศ เนื้อสัตว์
- จ. ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง

6. จากข้อมูลในตาราง อาหารชนิด E ควรเป็นข้อใด

- ก. น้ำนม
- ข. ไข่ขาว
- ค. แป้งมัน
- ง. น้ำตาลกลูโคส
- จ. น้ำมันมะพร้าว

จากข้อมูลที่กำหนดให้ จงพิจารณาเพื่อตอบคำถามข้อ 7 - 8

วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

1. น้ำ
2. สารละลายไอโอดีน สารละลายเบเนดิกต์และสารละลายไบยูเรต
3. กระจกสีขาว
4. ตะเกียง
5. หลอดทดลอง
6. หลอดนำก๊าซ
7. กระจกปริซึม
8. เทอร์โมมิเตอร์
9. หลอดจึกษา
10. หลอดหยด

7. วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นในการทดสอบสารประเภทต่าง ๆ ในอาหาร คือข้อใด

- ก. ข้อ 1 ถึงข้อ 8
- ข. ข้อ 1 ถึงข้อ 10
- ค. ข้อ 2, 3, 4, 5, 9, 10

ง. ข้อ 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10

จ. ข้อ 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

8. ด้านอาหารชนิดหนึ่งมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีนและสารละลายไบยูเรตแล้วให้สีน้ำเงินและสีม่วงตามลำดับ จะสรุปการทดลองนี้อย่างไร

ก. อาหารนี้ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตและน้ำตาล

ข. อาหารนี้ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตและไขมัน

ค. อาหารนี้ประกอบด้วยโปรตีนและไขมัน

ง. อาหารนี้ประกอบด้วยไขมันและน้ำตาล

จ. อาหารนี้ประกอบด้วยแป้งและโปรตีน

9. ในการทดสอบสารประเภทต่าง ๆ ในอาหารมีวิธีการทดลองตามลำดับขั้นดังนี้

1. เตรียมสารละลายไอโอดีน สารละลายเบเนดิกต์และสารละลายไบยูเรต

2. นำกระดาษลิตมัสมาทดสอบกับสารละลายทั้ง 3 ชนิด สังเกตการเปลี่ยนแปลง

3. นำอาหารที่ต้องการทดสอบใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด

4. หยดสารละลายไอโอดีนในหลอดที่ 1 บันทึกผลการเปลี่ยนแปลง

5. หยดสารละลายเบเนดิกต์ในหลอดที่ 2 บันทึกผลการเปลี่ยนแปลง

6. หยดสารละลายไบยูเรตในหลอดที่ 3 บันทึกผลการเปลี่ยนแปลง

7. ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิในหลอดที่ 1 หลอดที่ 2 และหลอดที่ 3 บันทึกผล

8. ทั่วความสะอาดอุปกรณ์ และดูแลความเรียบร้อยก่อนเก็บอุปกรณ์

จงพิจารณาว่าการทดลองในข้อใดไม่จำเป็น สามารถตัดออกไปได้

ก. ข้อ 1 และข้อ 2

ข. ข้อ 2 และข้อ 7

ค. ข้อ 3 และข้อ 8

ง. ข้อ 3 และข้อ 7

จ. ข้อ 7 และข้อ 8

พิจารณาจากข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 10 - 12

"เมื่อเหาอาหารชนิดหนึ่งแล้วได้สารสีน้ำตาล มีของเหลวเกาะข้างหลอด และเกิดก๊าซชนิดหนึ่งที่สามารถทำให้สารละลายกลีเซอรีนไฮดรอกไซด์ขุ่น"

10. ก๊าซที่เกิดขึ้นคือก๊าซอะไร

- ก. คาร์บอนมอนอกไซด์
- ข. คาร์บอนไดออกไซด์
- ค. ไนโตรเจน
- ง. ไฮโดรเจน
- จ. ออกซิเจน

11. การที่มีของเหลวเกาะข้างหลอดทดลอง ทำให้ทราบว่าอาหารที่เหานั้นประกอบด้วยธาตุอะไรเป็นอย่างน้อย

- ก. ไฮโดรเจนและคาร์บอน
- ข. ไนโตรเจนและคาร์บอน
- ค. ไฮโดรเจนและออกซิเจน
- ง. ไนโตรเจนและออกซิเจน
- จ. ไฮโดรเจนและไนโตรเจน

12. ถ้าทำการทดลองกับอาหารหลาย ๆ ชนิดแล้วได้ผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองนี้ จะสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. อาหารทุกชนิดประกอบด้วยธาตุเหมือนกันหมด
- ข. อาหารทุกชนิดประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
- ค. อาหารทุกชนิดประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน
- ง. อาหารทุกชนิดประกอบด้วยคาร์บอน ไนโตรเจนและไฮโดรเจนเป็นอย่างน้อย
- จ. อาหารทุกชนิดประกอบด้วยธาตุที่สำคัญคือคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจนเป็นอย่างน้อย

พิจารณาจากข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 13 - 15

"เมื่อนำกระดูก 2 อัน ใส่หลอดทดลอง 2 หลอด ซึ่งในหลอด ก. ใส่ น้ำ ส่วนหลอด ข. ใส่กรดไฮโดรคลอริก ตั้งทิ้งไว้ 1 วัน พบว่ากระดูกในหลอด ข. อ่อนนุ่ม แต่กระดูกในหลอด ก. ยังคงแข็งเหมือนเดิม"

13. เพราะเหตุใดกระดูกในหลอด ข. จึงอ่อนนุ่ม

- ก. กัลเซียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยาได้ดีในกรด
- ข. โครงกระดูกสลายตัวได้ดีในกรด
- ค. กรดแทรกไปอยู่ในโพรงกระดูก
- ง. กัลเซียมฟอสเฟตละลายในกรด
- จ. กรดกัดกระดูกให้อ่อนนุ่ม

14. เพราะเหตุใดกระดูกในหลอด ก. ยังคงแข็งอยู่

- ก. น้ำในหลอด ก. ช่วยให้กระดูกแข็ง
- ข. น้ำไม่ทำปฏิกิริยากับกัลเซียมฟอสเฟต
- ค. น้ำเข้าไปเสริมช่วยให้โครงกระดูกแข็ง
- ง. น้ำเข้าไปช่วยเสริมให้โครงกระดูกแข็ง
- จ. น้ำไม่ทำปฏิกิริยากับกัลเซียมไฮดรอกไซด์

15. จากการทดลองข้างต้น จะสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. น้ำสามารถช่วยให้กระดูกแข็งแรง
- ข. กรดไฮโดรคลอริกสามารถทำให้กระดูกอ่อนนุ่ม
- ค. กระดูกที่แช่น้ำจะทำให้โครงสร้างแข็งเหมือนเดิม
- ง. ธาตุที่ทำให้โครงสร้างของกระดูกแข็งแรงคือกัลเซียมและฟอสฟอรัส
- จ. ธาตุที่ทำให้โครงสร้างของกระดูกไม่แข็งแรงคือไฮโดรเจนและคลอรีน

16. แร่เหล็กมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไร

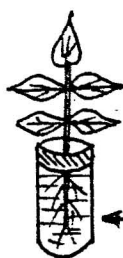
- ก. เป็นส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดง
- ข. เป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน

- ก. เป็นตัวควบคุมการทำงานของหัวใจ
- ง. เป็นตัวที่ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต
- จ. เป็นส่วนที่สร้างเซลล์สมองและเซลล์ประสาท

17. ในการเจริญเติบโตของพืชต้องอาศัยธาตุที่สำคัญ 3 ชนิด คือธาตุอะไรบ้าง

- ก. กัลเซียม ฟอสฟอรัส และออกซิเจน
- ข. กัลเซียม ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม
- ค. ไนโตรเจน กัลเซียม และฟอสฟอรัส
- ง. ไนโตรเจน โปแตสเซียม และกัลเซียม
- จ. ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม

พิจารณาจากข้อมูลต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อ 18



ชุด ก.



ชุด ข.

"จากภาพเป็นการทดลองปลูกต้นถั่วในขวด 2 ใบ ชุด ก. ใส่น้ำกลั่น และชุด ข. ใส่น้ำกลั่นมีปุ๋ย ตั้งขวดทั้งสองไว้ในที่มีแสงสว่างส่องถึง เป็นเวลา 3 สัปดาห์"

18. จากภาพเป็นการทดลองเรื่องอะไร

- ก. ความสำคัญของน้ำที่มีต่อพืช
- ข. ความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช
- ค. ความสำคัญของแสงสว่างที่มีต่อพืช
- ง. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืช
- จ. อัตราส่วนของการเจริญเติบโตของพืชใน 3 สัปดาห์

พิจารณาจากข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 19 - 20

"การทดสอบหาปริมาณของวิตามินซี ในน้ำผลไม้" ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

ชนิดของน้ำผลไม้ ที่ใช้ทดสอบ	จำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่สามารถเปลี่ยน สารละลายไอโอดีนและน้ำแป้งเป็นไม่มีสี
ก.	15
ข.	20
ค.	25
ง.	18
จ.	30

19. น้ำผลไม้ชนิดใดมีวิตามินซี มากที่สุด

ก. ชนิด ก.

ข. ชนิด ข.

ค. ชนิด ค.

ง. ชนิด ง.

จ. ชนิด จ.

20. ในการทดสอบต้องควบคุมปริมาณของอะไรบ้าง

ก. น้ำผลไม้และน้ำแป้ง

ข. น้ำแป้งและสารละลายไอโอดีน

ค. น้ำผลไม้และสารละลายไอโอดีน

ง. น้ำผลไม้ น้ำแป้ง และสารละลายไอโอดีน

จ. น้ำผลไม้ที่นำมาทดสอบไม่ควรเกิน 5 ชนิด

21. ถ้ากล่าวที่ 1 มะนาวเปรี้ยวกว่าส้ม

ถ้ากล่าวที่ 2 มะนาวมีวิตามินซีมากกว่าส้ม

ถ้ากล่าวทั้งสองนี้ผิดถูกอย่างไร

- ก. คำกล่าวที่ 1 และ 2 ถูก
- ข. คำกล่าวที่ 1 ผิด แต่ 2 ถูก
- ค. คำกล่าวที่ 1 ถูก แต่ 2 ผิด
- ง. คำกล่าวที่ 1 ถูก และ 2 เป็นเหตุผลของ 1
- จ. คำกล่าวที่ 1 และ 2 ถูก แต่ 2 ไม่ใช่เหตุผลของ 1

22. อาหารโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงานประมาณ 4 กิโลคาลอรี สมชายหนัก 55 กิโลกรัม ถ้ากินโปรตีนอย่างถูกส่วนคือ 1 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เขาจะได้พลังงานจากโปรตีนเท่าใด

- ก. 1 กิโลคาลอรี
- ข. 20 กิโลคาลอรี
- ค. 55 กิโลคาลอรี
- ง. 220 กิโลคาลอรี
- จ. 250 กิโลคาลอรี

พิจารณาจากข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 23 - 24

"เมื่อนำตัวลิสงเหามาต้มน้ำจำนวน 20 ลูกบาทก็เซนติเมตร อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำให้อุณหภูมิเพิ่มเป็น 68 องศาเซลเซียส"

23. เมล็ดตัวลิสงให้พลังงานความร้อนเท่าใด

- ก. 380 คาลอรี
- ข. 760 คาลอรี
- ค. 1360 คาลอรี
- ง. 1596 คาลอรี
- จ. 3192 คาลอรี

24. พลังงานที่อยู่ในอาหารจะวัดได้จากอะไร

- ก. มวลของอาหารเมื่อทำให้แห้ง
- ข. ปริมาณของน้ำที่อยู่ในอาหารนั้น

- ก. ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับเมื่อต้มอาหารนั้น
- ง. ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาอาหารนั้น
- จ. ปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนเป็นพลังงานแสง

พิจารณาจากข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 25 - 26

"สมศรีได้ทำการทดลองเรื่องการเผาผลาญอาหารของยีสต์ เขาหลั่งละลายน้ำตาลชั้น 10% ลงไปในกาลอรัมมิเตอร์ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อจากนั้น เทยีสต์ที่ละลายน้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงไปในสารละลายน้ำตาลในกาลอรัมมิเตอร์ สมศรีได้นำเอาเทอร์โมมิเตอร์มาเสียบเพื่อบันทึกอุณหภูมิ แต่ด้วยความรีบร้อน เขาได้เสียบเทอร์โมมิเตอร์และกระแทกแรงไปทำให้เทอร์โมมิเตอร์หัก ต้องนำเอาอันใหม่มาเสียบ เมื่อเสียบเทอร์โมมิเตอร์ได้แล้ว จึงนำฝาที่มีเทอร์โมมิเตอร์เสียบติดอยู่นั้นปิดกาลอรัมมิเตอร์"

25. จะแก้ไขการทดลองนี้อย่างไร เพื่อไม่ให้เกิดการชุกชลักในขณะทำการทดลอง

- ก. เสียบเทอร์โมมิเตอร์บนฝาให้เรียบร้อยเสียก่อนแล้วจึงปิดฝากาลอรัมมิเตอร์
- ข. ไม่ต้องปิดฝากาลอรัมมิเตอร์ แต่ใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปเพื่อวัดอุณหภูมิเลย
- ค. ต้องใช้เทอร์โมมิเตอร์ขนาดเล็กกว่ารูเสียบบนฝากาลอรัมมิเตอร์
- ง. ปิดฝากาลอรัมมิเตอร์เสียก่อนแล้วค่อย ๆ เสียบเทอร์โมมิเตอร์
- จ. วิธีแก้ไขของสมศรีถูกต้องแล้ว

26. คาดว่าผลการทดลองของสมศรีจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

- ก. กลาตเคลื่อน เพราะปรอทจะขยายตัวในขณะที่เขาใช้มือจับเทอร์โมมิเตอร์เสียบที่ฝากาลอรัมมิเตอร์
- ข. ไม่กลาตเคลื่อน เพราะเพิ่งเทยีสต์ลงไป ยีสต์ยังไม่ทำปฏิกิริยา
- ค. ไม่กลาตเคลื่อน เพราะยีสต์ที่เทลงไปยังอยู่ในระยะพักตัว
- ง. กลาตเคลื่อน เพราะไม่ทราบอุณหภูมิเริ่มต้นที่แท้จริง
- จ. ไม่กลาตเคลื่อน เพราะเวลาห่างกันเพียง 2 - 3 นาทีเท่านั้น

พิจารณาจากข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 27 - 28

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้ (กิโลคาลอรี)	
	ชาย	หญิง
ชักผ้า	2.80	2.40
กวาดบ้าน	2.43	2.24
ร้องเพลง	1.74	1.62
นอนหลับ	0.93	0.87

ใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ใน 1 ชั่วโมง ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม.

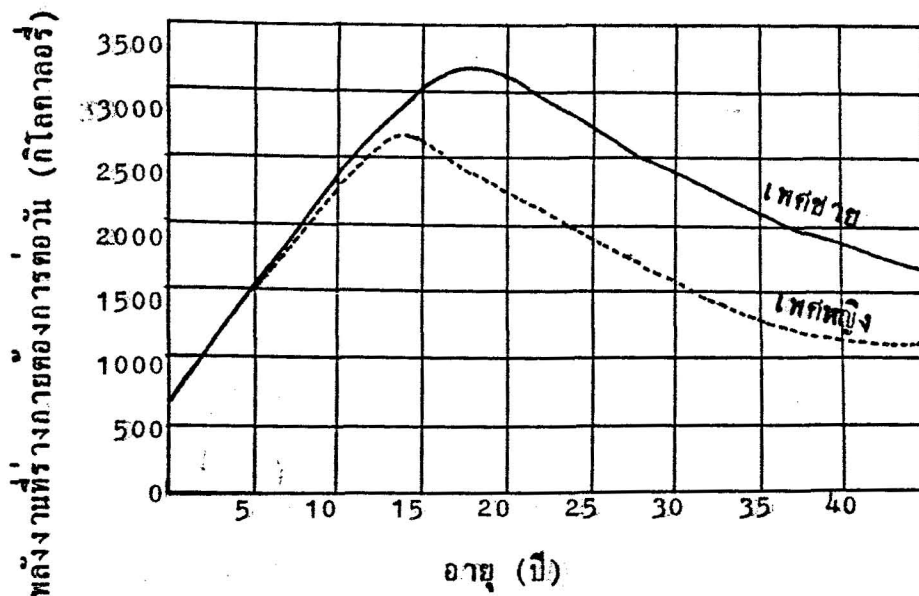
27. สมศรีหนัก 40 กิโลกรัม กวาดบ้าน 1 ชั่วโมง และชักผ้าอีก 1 ชั่วโมง ต้องใช้พลังงานเท่าใด

- ก. 18.56 กิโลคาลอรี
- ข. 85.60 กิโลคาลอรี
- ค. 86.50 กิโลคาลอรี
- ง. 185.60 กิโลคาลอรี
- จ. 856.00 กิโลคาลอรี

28. สมชายและสมศักดิ์ นอนหลับ 30 นาที ตื่นมาร้องเพลงอีก 30 นาที ถ้าสมชายหนัก 45 กิโลกรัม และสมศักดิ์หนัก 50 กิโลกรัม ใครจะใช้พลังงานมากกว่ากัน

- ก. สมชายมากกว่า 60.07 กิโลคาลอรี
- ข. สมชายมากกว่า 6.68 กิโลคาลอรี
- ค. สมศักดิ์มากกว่า 66.75 กิโลคาลอรี
- ง. สมศักดิ์มากกว่า 6.68 กิโลคาลอรี
- จ. สมศักดิ์มากกว่า 6.75 กิโลคาลอรี

พิจารณาจากกราฟต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 29 - 30



29. เพศชายต้องการพลังงานมากที่สุดระหว่างอายุเท่าใด

- ก. 1 - 5 ปี
- ข. 6 - 10 ปี
- ค. 11 - 15 ปี
- ง. 16 - 20 ปี
- จ. 21 ปีขึ้นไป

30. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. เพศหญิงต้องการพลังงานมากกว่าเพศชาย
- ข. เพศหญิงและเพศชายต้องการพลังงานปริมาณเท่ากัน
- ค. เพศชายและเพศหญิงในช่วงที่ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุดจะอยู่ในระหว่างอายุเดียวกัน
- ง. เพศหญิงช่วงที่ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุด อายุจะน้อยกว่าเพศชายช่วงที่ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุด
- จ. เพศชายช่วงที่ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุด อายุจะน้อยกว่าเพศหญิงช่วงที่ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุด

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้เมื่อหยคน้ำมะนาวจำนวน 40 หยด ลงไปในน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ก. น้ำมะนาวจะทำให้แป้งผสมสารละลายไอโอดีนมีความเป็นกรดมากขึ้น
 - ข. น้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี
 - ค. น้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนมีความเข้มข้นน้อยกว่าเดิม
 - ง. ถ้าเติมน้ำมะนาวเป็น 2 เท่า จะได้สารละลายที่เป็นกรดเข้มข้น
 - จ. น้ำมะนาวมีวิตามินซีมากกว่า 0.01 %
2. ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้เมื่อเป่าลมหายใจลงไปในน้ำปูนใส
 - ก. ลมหายใจมีส่วนประกอบของคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
 - ข. การหายใจคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
 - ค. น้ำปูนใสทำปฏิกิริยาได้กับลมหายใจ
 - ง. น้ำปูนใสมีกลิ่นเหม็นเป็นองค์ประกอบ
 - จ. น้ำปูนใสจะขุ่นและมีฝ้าขาว
3. ถ้าต้องการใช้สารละลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ควรทำอย่างไร
 - ก. ใช้ช้อนตักสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ข. ใช้กระบอกตวงสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ค. ใช้ถ้วยตวงสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ง. ใช้หลอดฉีดยาคูตสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - จ. ใช้หลอดหยดคูตสารละลายมาประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

4. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้ในการวัดความสามารถในการละลายของเกลือแกงในน้ำ ณ อุณหภูมิต่าง ๆ

- ก. บีกเกอร์ ช้อนตักสาร เทอร์โมมิเตอร์
- ข. บีกเกอร์ แท่งแก้วคน คาลอรีมิเตอร์
- ค. หลอดทดลอง ถ้วยตวงสาร แท่งแก้วคน
- ง. หลอดทดลอง หลอดหยด เทอร์โมมิเตอร์
- จ. กระจกตวงสาร หลอดฉีดยา แท่งแก้วคน

5. ข้อใดจัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

- ก. มัน แห้ว เผือก
- ข. แห้ว ฝรั่ง ถั่วเขียว
- ค. เผือก ถั่วงอก ถั่วฝักยาว
- ง. ข้าวโพด พักทอง ถั่วเขียว
- จ. ถั่วเหลือง ข้าวโพด มะละกอ

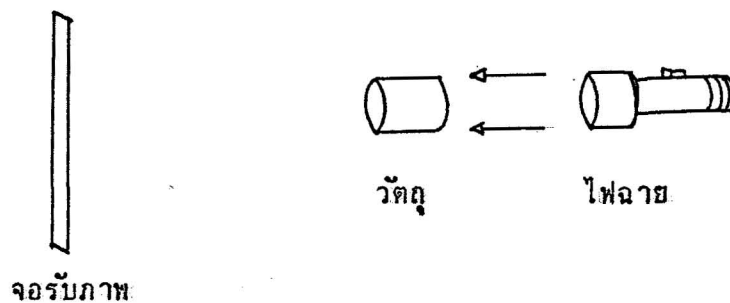
6. จากตารางแสดงการแบ่งสัตว์ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1	งู เต่า ไก่ นก จิ้งจก ปลา
กลุ่มที่ 2	หนู แมว สุนัข กระรอก กระแต ช้าง

เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งสัตว์เหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่มคือข้อใด

- ก. สัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยง
- ข. สัตว์เล็กและสัตว์ใหญ่
- ค. สัตว์กินเนื้อและสัตว์กินพืช
- ง. สัตว์สี่เท้าและสัตว์สองเท้า
- จ. สัตว์ออกลูกเป็นตัวและสัตว์ออกลูกเป็นไข่

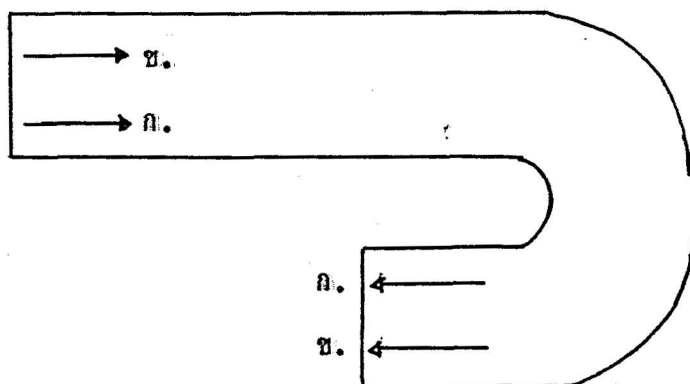
7. ถ้านายไฟฉายไปที่วัตถุตั้งภาพ



เงาที่ปรากฏบนจอร์รับภาพ จะมีรูปร่างอย่างไร

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.
- จ.

8. จากภาพ ก. และ ข. วิ่งแข่งบนทางโค้ง โดย ก. วิ่งในโค้งด้านใน ข. วิ่งในโค้งด้านนอก. ปรากฏว่าทั้งสองคนวิ่งมาถึงจุดหมายปลายทางพร้อมกัน



ข้อความใดต่อไปนี้เป็นกล่าวได้ถูกต้อง

- ก. ก. วิ่งเร็วกว่า ข.
- ข. ข. วิ่งเร็วกว่า ก.

ก. ก. และ ข. วิ่งเร็วเท่ากัน

ง. ก. และ ข. ใช้พลังงานเท่ากัน

จ. ก. และ ข. ใช้ระยะทางวิ่งเท่ากัน

9. ในการสอบข้อวิชาวิทยาศาสตร์ ถ้านักเรียนทำข้อสอบได้เต็ม 60 คะแนน จะมีคะแนนเก็บ

10 คะแนน สมชายทำข้อสอบได้ 45 คะแนน จะมีคะแนนเก็บเป็นเท่าใด

ก. 6 คะแนน

ข. 6.5 คะแนน

ค. 7 คะแนน

ง. 7.5 คะแนน

จ. 8 คะแนน

10. กำหนดให้ ไชมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลคาลอรี

โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลคาลอรี

คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลคาลอรี

ถ้ากินกล้วยน้ำว้าสุกหนัก 100 กรัม มีคาร์โบไฮเดรต 20.0 กรัม ไชมัน 0.5 กรัม และ

โปรตีน 1.0 กรัม จะได้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตเท่าใด

ก. 60 กิโลคาลอรี

ข. 70 กิโลคาลอรี

ค. 80 กิโลคาลอรี

ง. 90 กิโลคาลอรี

จ. 100 กิโลคาลอรี

11. อุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์วัดได้ดังนี้

เวลาบ่ายโมงวัดอุณหภูมิได้ 30.4°C

เวลาบ่ายสองโมงวัดอุณหภูมิได้ 34.7°C

เวลาบ่ายสามโมงวัดอุณหภูมิได้ 33.5°C

เวลาบ่ายสี่โมงวัดอุณหภูมิได้ 30.8°C

ดังนั้น อุณหภูมิของห้องปฏิบัติการในช่วงบ่ายโดยเฉลี่ยควรเป็นเท่าใด

ก. 30.6°C

ข. 31.6°C

ค. 32.6°C

ง. 33.6°C

จ. 34.6°C

12. ถ้าต้องการเปรียบเทียบปริมาณของนักเรียนหญิงกับนักเรียนชาย ชั้น ม.2 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 ถึงปี พ.ศ. 2530 การนำเสนอในรูปแบบใดจึงจะทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ตามที่ต้องการ

ก.

พ.ศ.	2527	2528	2529	2530
นักเรียน				
ชาย				
หญิง				

ข.

นักเรียน	ชาย	หญิง
พ.ศ.		
2527		
2528		
2529		
2530		

ค.

2527



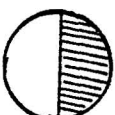
2528



2529

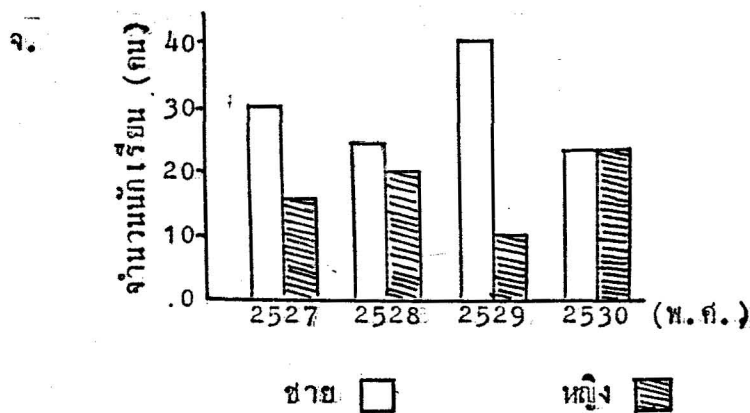
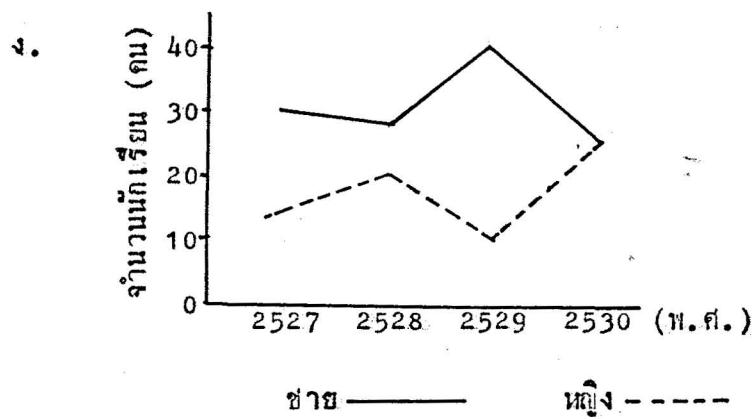


2530



ชาย

หญิง



จงพิจารณาตัวเลือกต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 13 - 14

- ก. เขียนเป็นกราฟ
- ข. เขียนเป็นวงจรร
- ค. เขียนเป็นตาราง
- ง. เขียนเป็นสมการ
- จ. เขียนเป็นข้อความ

13. ถ้าต้องการอธิบายถึงการเจริญเติบโตของผีเสื้อนับตั้งแต่เป็นไข่ ตัวหนอน เป็นคักแต่เป็นผีเสื้อและวางไข่อีกครั้งหนึ่ง จะเลือกใช้วิธีในข้อใด
14. ถ้าต้องการแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของความสูงและน้ำหนักของนักเรียน เมื่อมีอายุต่าง ๆ กัน ควรเลือกใช้วิธีในข้อใด

15. ถ้านักเรียนใส่น้ำแข็งในถ้วยแก้วตั้งทิ้งไว้คอยสังเกตแล้วสรุปผลได้ว่า ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเมื่อได้รับความเย็น ข้อใดที่สนับสนุนการลงความคิดเห็นของนักเรียน

- ก. การที่น้ำแข็งละลายเป็นน้ำ
- ข. การที่หยดน้ำเกาะที่ข้างแก้ว
- ค. การสังเกตเห็นน้ำในแก้วซึมออกมา
- ง. การสังเกตเห็นไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเมื่อได้รับความเย็น
- จ. การที่น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำมีปริมาณมากจึงล้นออกมา

16. สมศรีนำกระถางต้นไม้ไปไว้ในห้องนอนปรากฏว่าไม่นานต้นไม้นั้นก็ตาย ข้อใดเป็นภาวลงความคิดเห็นของสมศรี

- ก. กิ่งของต้นไม้แห้งและเปราะ
- ข. ต้นไม้ไม่แตกกิ่งก้านและยอดอ่อน
- ค. ต้นไม้ไม่ได้รับแสงเพื่อปรุงอาหาร
- ง. ใบของต้นไม้ถูกแมลงเจาะเป็นรูพรุน
- จ. ใบของต้นไม้เปลี่ยนเป็นสีเหลืองและร่วง

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 17 - 18

อายุ (เดือน)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
แรกเกิด	4
6	8
12	12

17. เด็กที่มีอายุ 9 เดือน จะมีน้ำหนักเท่าใด

- ก. 8 กิโลกรัม
- ข. 9 กิโลกรัม
- ค. 10 กิโลกรัม

ง. 11 กิโลกรัม

จ. 12 กิโลกรัม

18. ถ้าเด็กมีอายุ 18 เดือน จะมีน้ำหนักเท่าใด

ก. 12 กิโลกรัม

ข. 13 กิโลกรัม

ค. 14 กิโลกรัม

ง. 16 กิโลกรัม

จ. 18 กิโลกรัม

19. เมื่อต้มน้ำที่หาคัพทชา น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100°C แต่ต้มน้ำบนอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 95°C และต้มน้ำบนยอดดอยอินทนนท์ ปรากฏว่าน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 90°C ถ้าอยากทราบจุดเดือดของของเหลวอย่างอื่นที่นอกเหนือจากน้ำจะได้ผลอย่างเดียวกันหรือไม่ สมมติฐานควรจะเป็นข้อใด

ก. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะเพิ่มขึ้นเมื่อของเหลวที่ต้มมีปริมาณมากขึ้น

ข. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงเมื่อต้มในที่สูงขึ้น

ค. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะเพิ่มขึ้นเมื่อของเหลวที่ต้มมีสิ่งเจือปนน้อยลง

ง. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงเมื่อของเหลวที่ต้มมีสิ่งเจือปนเพิ่มขึ้น

จ. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะเพิ่มขึ้นเมื่อของเหลวที่ต้มมีปริมาณลดลง

20. น้ำตาลทรายละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็นเกลือแกงก็ละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็น ถ้าเราอยากทราบว่าสารชนิดอื่นที่นอกเหนือไปจากนี้จะได้ผลอย่างเดียวกันหรือไม่ สมมติฐานควรเป็นข้อใด

ก. สารทุกชนิดที่ละลายน้ำได้จะละลายในน้ำที่มีปริมาณมากได้เร็วกว่าในน้ำที่มีปริมาณน้อย

ข. สารทุกชนิดที่ละลายน้ำได้จะใช้เวลาเท่ากันในการละลายในน้ำที่มีปริมาณมาก

ค. สารทุกชนิดที่ละลายน้ำได้จะละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็น

ง. สารทุกชนิดที่ละลายน้ำได้จะละลายในน้ำที่บริสุทธิ์ได้เร็วกว่าในน้ำที่มีสิ่งเจือปน

จ. สารทุกชนิดที่ละลายน้ำได้จะใช้เวลาเท่ากันในการละลายในน้ำที่บริสุทธิ์

21. ต้นถั่วที่ปลูกในดินร่วนเจริญงอกงามมากกว่าต้นถั่วที่ปลูกในดินเหนียว ถ้าต้องการทราบว่าพืชชนิดอื่นที่นอกเหนือไปจากต้นถั่ว จะได้ผลอย่างเดียวกันหรือไม่ สมมติฐานควรเป็นข้อใด

ก. พืชจะงอกงามต่างกันเมื่อปลูกในดินที่มีปริมาณต่างกัน

ข. พืชจะงอกงามต่างกันเมื่อปลูกในดินที่เก็บความชื้นได้ต่างกัน

ค. พืชจะงอกงามต่างกันเมื่อปลูกในดินที่มีความเป็นกรดต่างกัน

ง. พืชจะงอกงามต่างกันเมื่อปลูกในดินที่มีอุณหภูมิต่างกัน

จ. พืชจะงอกงามต่างกันเมื่อปลูกในดินต่างชนิดกัน

22. จากถั่วกล่าวที่ว่า "ผลไม้ต่างชนิดกันจะมีปริมาณของวิตามินซีต่างกัน" ข้อความในข้อใดต่อไปนี้จะทำให้นิยามของวิตามินซี มีความเข้าใจตรงกัน

ก. วิตามินซีคือสารที่มีในผลไม้ทุกชนิด

ข. วิตามินซีคือสารที่มีในอาหารทุกชนิดที่มีรสเปรี้ยว

ค. วิตามินซีคือสารที่สามารถป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟันได้

ง. วิตามินซีคือสารที่รับประทานเข้าไปแล้วทำให้ร่างกายมีภูมิต้านทานโรคหวัดได้

จ. วิตามินซีคือสารที่สามารถทำให้น้ำแข็งผสมสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี

23. จากถั่วกล่าวที่ว่า "เด็กที่ขาดโปรตีนจะทำให้ร่างกายเติบโตช้า" ข้อความในข้อใดต่อไปนี้ จะทำให้นิยามของโปรตีน มีความเข้าใจตรงกัน

ก. โปรตีนคือสารที่มีในอาหารจำพวกเนื้อสัตว์

ข. โปรตีนคือสารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย

ค. โปรตีนคือสารที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต

ง. โปรตีนคือสารที่ทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรตแล้วให้สีม่วง

จ. โปรตีนคือสารที่รับประทานเข้าไปเกินความต้องการของร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็นไกลโคเจนและยูเรีย

24. ในการทดสอบเพื่อให้ทราบว่าปุ๋ยชนิดใดทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีที่สุด การทดลองนี้ควรจัดข้อใดให้เหมือนกัน

ก. ชนิดของปุ๋ย

ข. ชนิดของพืช

ค. ชนิดของดินและชนิดของปุ๋ย

ง. ชนิดของพืชและชนิดของปุ๋ย

จ. ชนิดของพืช ชนิดของปุ๋ยและชนิดของดิน

25. จากข้อ 24 ควรจัดข้อใดให้แตกต่างกัน

ก. ชนิดของพืช

ข. ชนิดของปุ๋ย

ค. ชนิดของปุ๋ยและชนิดของดิน

ง. ชนิดของปุ๋ยและชนิดของพืช

จ. ชนิดของพืชและชนิดของดิน

26. จากสมมติฐานที่ว่า "เกลือสามารถละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็น" ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนี้ จะต้องจัดข้อใดให้เหมือนกัน

ก. อุณหภูมิของน้ำและปริมาณของน้ำ

ข. ปริมาณของเกลือและปริมาณของน้ำ

ค. ปริมาณของเกลือและความกดดันของอากาศ

ง. อุณหภูมิของน้ำและขนาดของภาชนะที่ใส่น้ำ

จ. ปริมาณของเกลือ ปริมาณของน้ำและอุณหภูมิของน้ำ

27. ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "ผลไม้ต่างชนิดกัน จะมีวิตามินซีในปริมาณที่ต่างกัน"

ซึ่งมีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1. ใส่น้ำแป้งสุกลงไปในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอด หลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. หยดสารละลายไอโอดีนลงไปในแต่ละหลอด หลอดละ 2 หยด บันทึกผลการเปลี่ยนแปลง
3. นำกระดาษลิตมัสมาทดสอบกับสารละลายในแต่ละหลอด บันทึกผลการเปลี่ยนแปลง
4. หยดสารละลายวิตามินซี 0.01 % ลงไปในหลอดที่ 1 จนกระทั่งสารละลายน้ำแป้งผสมไอโอดีนไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่ นับจำนวนหยดที่ใช้ บันทึกผล
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ 4 แต่เปลี่ยนใช้หยคน้ำมะนาว น้ำส้ม และน้ำมะขามเปียกแทนสารละลายวิตามินซีลงในหลอดที่ 2 หลอดที่ 3 และหลอดที่ 4 ตามลำดับ นับจำนวนหยดที่ใช้ บันทึกผล
6. นำเทอร์โมมิเตอร์มาวัดอุณหภูมิในหลอดที่ 1 หลอดที่ 2 หลอดที่ 3 และหลอดที่ 4 บันทึกผล

จงพิจารณาว่าการทดลองในข้อใดไม่จำเป็นสามารถตัดออกไปได้

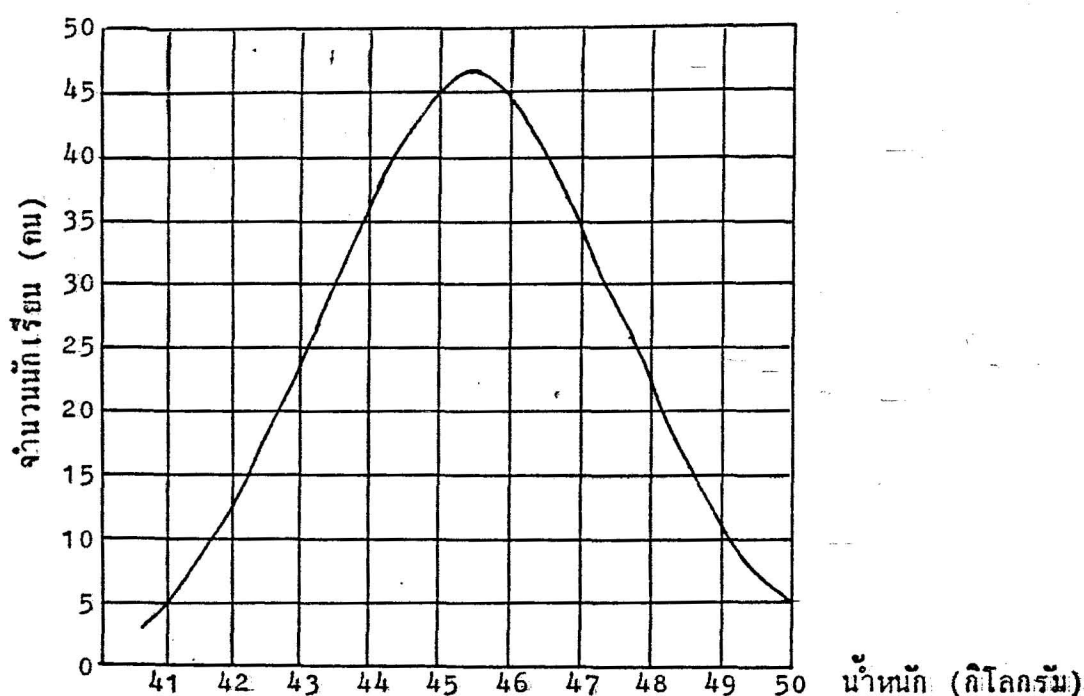
- ก. ข้อ 1 และข้อ 6
- ข. ข้อ 2 และข้อ 4
- ค. ข้อ 3 และข้อ 5
- ง. ข้อ 3 และข้อ 6
- จ. ข้อ 4 และข้อ 6

28. ถ้าต้องการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าของเหลวต่างชนิดกันระเหยได้มากน้อยต่างกัน จะต้องทำตามข้อใด

- ก. ใส่วัตถุของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณเท่า ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งไว้แห้งเดียวกัน
- ข. ใส่วัตถุของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณเท่า ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากัน ตั้งแห้งเดียวกันเป็นเวลาเท่ากัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ

- ด. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณต่าง ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากัน ตั้งไว้หนึ่งเดี๋ยวก่อนเป็นเวลาต่าง ๆ กัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ
- ง. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณต่าง ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งไว้หนึ่งเดี๋ยวก่อนเป็นเวลาเท่ากัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ
- จ. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณต่าง ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งไว้หนึ่งเดี๋ยวก่อนเป็นเวลาต่าง ๆ กัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ

พิจารณาจากกราฟต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 29 - 30



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนักเรียนกับน้ำหนักของนักเรียน

29. ข้อใดเป็นการอ่านกราฟได้ถูกต้อง

- ก. จำนวนนักเรียนทั้งหมดมี 45 คน
- ข. นักเรียนหนัก 42 กิโลกรัมมี 5 คน
- ค. นักเรียนหนัก 50 กิโลกรัมมี 5 คน
- ง. นักเรียนหนัก 45 กิโลกรัมมี 20 คน
- จ. นักเรียนหนักน้อยกว่า 41 กิโลกรัมมี 5 คน

30. นักเรียนส่วนมากมีน้ำหนักประมาณเท่าใด

- ก. ระหว่าง 43 - 44 กิโลกรัม
- ข. ระหว่าง 44 - 45 กิโลกรัม
- ค. ระหว่าง 45 - 46 กิโลกรัม
- ง. ระหว่าง 46 - 47 กิโลกรัม
- จ. ระหว่าง 47 - 48 กิโลกรัม

ภาคผนวก ง.

แผนการสอนโดยการใช้ปฏิบัติการทดลอง

แผนการสอนโดยการใช้วิธีการทดลอง

แผนการสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง
วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารและพลังงาน
แผนการสอนครั้งที่ 1 เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความถึรวบรวมยอค

1. พืชสึเขึยวสร้างอาหารเองได้โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และเปลี่ยนพลังงานเคมีสะสมในอาหารที่สร้างขึ้น สำหรับสัตว์นั้น สร้างอาหารเองไม่ได้ต้องอาศัยพืชเป็นอาหารโดยตรงหรือโดยทางอ้อม
2. อาหารมีหลายประเภท ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ อาหารแต่ละประเภทให้ประโยชน์แตกต่างกัน
3. เราสามารถทดสอบอาหารพวกโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน โดยใช้วิธีง่าย ๆ ได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายได้ว่าแหล่งพลังงานที่สิ่งมีชีวิตนำมาใช้ในการดำรงชีวิต ได้มาจากอาหารที่พืชสร้างขึ้นหรืออาหารที่ได้จากการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ของสัตว์
2. สรุปได้ว่าการกินต่อกันเป็นทอด ๆ นั้นเป็นการถ่ายทอดพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหาร
3. เขียนแผนภาพแสดงการถ่ายทอดและการเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงานในสิ่งมีชีวิตตั้งแต่พลังงานขั้นต้นจนถึงพลังงานขั้นสุดท้ายได้
4. บอกได้ว่าอาหารประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ พร้อมทั้งบอกประโยชน์และแหล่งของอาหารเหล่านี้ได้
5. ทำการทดสอบแป้ง น้ำตาล และไขมันในอาหารได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยการอภิปรายถึงพลังงานรูปต่าง ๆ และการเปลี่ยนรูปของพลังงาน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาดังนี้

2.1 การดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ต้องใช้พลังงานหรือไม่

2.2 พลังงานในสิ่งมีชีวิตได้มาจากไหน

3. ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาจากภาพ 8.1 แสดงการสังเคราะห์แสงและห่วงโซ่อาหาร ฝึกให้นักเรียนคิด แล้วตอบคำถามดังนี้

3.1 การสังเคราะห์แสงคืออะไร และสิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสงมีอะไรบ้าง

3.2 ผู้ผลิตและผู้บริโภคหมายถึงอะไร แตกต่างกันอย่างไรร

3.3 จากภาพ อะไรคือผู้บริโภคอันดับแรก อันดับสอง และอันดับสุดท้าย

3.4 การสังเคราะห์แสงมีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้สรุปได้ว่า

4.1 พลังงานขั้นต้นในสิ่งมีชีวิตได้มาจากแสงอาทิตย์ โดยการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว

4.2 แหล่งพลังงานสำคัญที่สิ่งมีชีวิตนำมาใช้ในการดำรงชีวิต ได้มาจากอาหารที่พืชสร้างขึ้น

4.3 การกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหาร เป็นการถ่ายทอดพลังงานเคมีที่สะสมในอาหารจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค

4.4 พลังงานเคมีที่สะสมในอาหารจะใช้ประโยชน์ได้ก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปต่าง ๆ เช่น พลังงานกล พลังงานความร้อน เป็นต้น

5. ครูอภิปรายถึงความสำคัญของอาหารในแง่ที่ให้พลังงาน ช่วยใหสิ่งมีชีวิตเจริญเติบโต แล้วตั้งปัญหามาว่า

5.1 อาหารมีกี่ประเภท

5.2 อาหารแต่ละประเภทมีประโยชน์อย่างไร

6. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้แยกประเภทของอาหาร นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ตั้งสมมติฐานได้ว่า "อาหารที่ประกอบด้วยสารต่างชนิดกัน ด้านน้ำหนักทดสอบแล้วจะให้ผลการทดสอบแตกต่างกัน"

7. ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาวิธีการทดลองที่ 8.1 "การทดสอบสารประเภทต่าง ๆ ในอาหาร" ที่กำหนดไว้ในแบบเรียน สามารถใช้ทดสอบสมมติฐานในข้อ 6 ได้หรือไม่

8. ครูแนะนำการใช้อุปกรณ์การทดลอง และข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มทำการทดลอง 8.1 การทดสอบสารประเภทต่าง ๆ ในอาหาร ในหนังสือแบบเรียน โดยครูคอยให้คำปรึกษา แนะนำ และคอยควบคุมอย่างใกล้ชิด

2. ให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดลองแต่ละครั้งไว้ตามตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง.

อาหาร	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้			
	สารละลายไอโอดีน	สารละลายไบยูเรต	สารละลายเบเนดิกต์	ถูกกับกระดาษ
แป้งมัน น้ำตาลกลูโคส ไข่ขาว นม นมข้นหวาน				

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง แล้วเขียนข้อสรุปลงบนกระดานดำ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐาน และนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังนี้

2.1 แป้งซึ่งเป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน ให้สีน้ำเงิน

2.2 น้ำตาลกลูโคสซึ่งเป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกับแป้ง ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน แต่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ให้สีแดง สีส้ม หรือสีอิฐ

2.3 ไข่ขาวและนมซึ่งเป็นอาหารประเภทโปรตีน ทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรต ให้สีม่วง

2.4 ในนํ้ามันมีนํ้าตาลแลคโตส ซึ่งทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ให้ผลเช่นเดียวกับนํ้าตาลกลูโคส นอกจากนี้นํ้ามันยังมีโปรตีน เพราะทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรตให้สีม่วง เช่นเดียวกับไข่ขาว

2.5 นํ้ามันมะพร้าวซึ่งเป็นอาหารประเภทไขมันเมื่อถูกกับกระดาษ จะทำให้ตรงรอยถูกนั้นโปร่งแสง

2.6 การทดสอบอาหารชนิดใดชนิดหนึ่ง ทำได้ดังนี้ ใช้สารละลายไอโอดีนทดสอบแป้ง สารละลายเบเนดิกต์ทดสอบนํ้าตาลกลูโคส สารละลายไบยูเรตทดสอบโปรตีน และถูกกับกระดาษทดสอบไขมัน

3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ของอาหารประเภทต่าง ๆ รวมทั้งผลของการขาดอาหารบางประการ ตามรายละเอียดในบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดไว้ในบททดลอง 8.1 การทดสอบสารประเภทต่าง ๆ ในอาหาร ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 2

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความถี่รวบยอด

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารคือ ธาตุคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน สำหรับอาหารพวกโปรตีนยังประกอบด้วยธาตุไนโตรเจน และอาจมีธาตุกำมะถันปนอยู่ด้วย นอกจากนี้ ในอาหารยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ อีก เมื่อเรากินอาหารเข้าไป ร่างกายจะได้แร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านั้นด้วย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. สรุปได้ว่าการเผาอาหารได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
2. ทดสอบได้ว่าหยดของเหลวที่ได้จากการเผาอาหารคือน้ำ
3. บอกได้ว่าสารสีน้ำตาลที่เกิดจากการเผาอาหารคือคาร์บอน
4. สรุปได้ว่าธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารคือ คาร์บอน ออกซิเจน และ

ไฮโดรเจน

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหยวนถึงเรื่องอาหารประเภทต่าง ๆ ตลอดจนสารประเภทต่าง ๆ ที่อยู่ในอาหาร
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาที่ว่าอาหารมีมากมายหลายชนิด และในแต่ละชนิดนั้นมีส่วนประกอบเป็นอย่างไร
3. ให้นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐานอันเป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาในข้อ 2 ซึ่งอาจได้สมมติฐาน ดังนี้

3.1 เมื่อนำอาหารหลาย ๆ ชนิดมาทดสอบโดยการเผาแล้ว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะคล้ายกัน

3.2 เมื่อนำอาหารหลาย ๆ ชนิดมาทดสอบโดยการเผาแล้ว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกัน

4. จากสมมติฐานให้นักเรียนกำหนดว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ อะไรเป็นตัวแปรตาม

5. ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาการทดลองที่ 8.2 "อาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง" ที่กำหนดไว้ในแบบเรียน สามารถใช้ทดสอบสมมติฐานในข้อ 3 ได้หรือไม่ ตามขั้นตอนการทดลองที่กำหนดนั้น แล้วตั้งสมมติฐานย่อย ๆ จากผลการทดลองที่ 8.2 ดังนี้

5.1 เมื่อเผาสารแล้วจะทำให้สารนั้นเป็นสีดำ

5.2 ในขณะที่เผามีก๊าซเกิดขึ้นด้วย

6. ครูแนะนำในการใช้อุปกรณ์การทดลอง และข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง เช่น ครูตั้งอุปกรณ์ให้นักเรียนดู และเตือนนักเรียนให้อาหารลอกนํ้าจากชามออกจากสารละลายกลีเซอรีนไฮดรอกไซด์ ก่อนจะเอาตะเกียงออก มิฉะนั้นสารละลายจะไหลกลับไปในห้องทดลองที่กำลังร้อน จะทำให้หลอดแตกได้

ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

1. ให้นักเรียนแบ่งออกเป็น 4 หมู่ ๆ ละ 3 กลุ่ม ให้แต่ละหมู่ทดลองอาหารเพียงหนึ่งอย่าง

2. ให้นักเรียนทำการทดลอง 8.2 "อาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง" ตามกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือเรียน โดยครูคอยให้คำปรึกษา แนะนำ และคอยควบคุมอย่างใกล้ชิด

3. ให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดลองแต่ละครั้งไว้ ตามตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

สาร	ลักษณะของสาร		การเปลี่ยนแปลงของสาร ละลายกลีเซอรีนไฮดรอกไซด์
	ก่อนเผา	หลังเผา	
น้ำตาล หญ้าแห้งป่น แป้งมัน ไข่ขาวสุกบด			

ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง และสรุปลงบนกระดานดำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐาน และนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังนี้

2.1 ในการเผาอาหาร สารสีดำที่ได้คือธาตุคาร์บอน นอกจากนี้ยังได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำอีกด้วย

2.2 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของ "ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์" คือก๊าซที่ทำปฏิกิริยากับสารละลายกลีเซอรีนไฮดรอกไซด์แล้ว ทำให้สารละลายนั้นขุ่น

2.3 สำหรับวิธีทดสอบน้ำ นักเรียนอาจทำได้โดยใช้แท่งแก้วตะหยดของเหลวที่จับอยู่ข้าง ๆ หลอดทดลอง แล้วทดสอบกับคอปเปอร์ซัลเฟตที่ไม่มีน้ำหรือเรียกว่า แอนไฮดรัสคอปเปอร์ซัลเฟต ซึ่งจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีฟ้า

2.4 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของ "น้ำ" คือของเหลวที่ทำปฏิกิริยากับแอนไฮดรัสคอปเปอร์ซัลเฟตแล้ว เปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีฟ้า

2.5 ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของน้ำ คือ ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน

2.6 ดังนั้น ธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และ โปรตีน คือธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน

3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า นอกจากธาตุทั้งสามดังกล่าวแล้ว ในโปรตีนยังมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และอาจมีธาตุกำมะถันปนอยู่ด้วย

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จากตาราง 8.1 ในหนังสือแบบเรียนเพื่อให้ทราบว่าในร่างกายของเรามีธาตุต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบหลายชนิด และธาตุเหล่านี้ก็ได้มาจากอาหารที่รับประทานเข้าไปนั่นเอง

สื่อการเรียนการสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดไว้ในตารางทดลอง 8.2 "อาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง" ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 3

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความทึบรวบยอด

ร่างกายของกนประกอบด้วธาตุต่าง ๆ ซึ่งได้จากอาหาร และแร่ธาตุแต่ละชนิดก็มีความสำคัญต่อร่างกายแตกต่างกัน เช่น ธาตุคัลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นธาตุสำคัญที่ทำให้โครงสร้างของกระดูกและฟันแข็งแรง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าคัลเซียมฟอสเฟตละลายในกรดไฮโดรคลอริก
2. บอกได้ว่าในกระดูกมีคัลเซียมฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ
3. สรุปจากการทดลองได้ว่า ธาตุคัลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นธาตุสำคัญที่ทำให้กระดูกแข็งแรง และถ้าขาดธาตุดังกล่าวจะทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน
4. อธิบายถึงความสำคัญของแร่ธาตุแต่ละชนิดที่มีต่อร่างกายของกน พร้อมทั้งบอกแหล่งอาหารของแร่ธาตุเหล่านั้นได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและทบทวนถึงเรื่อง ปริมาณของธาตุต่าง ๆ ในร่างกายของกน จากตาราง 8.1 ในหนังสือแบบเรียน
2. ให้นักเรียนฝึกทักษะการคำนวณ โดยอาศัยข้อมูลจากตาราง 8.1 ครูเป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อให้ให้นักเรียนคิดแล้วตอบปัญหา เช่น ถ้านักเรียนหนัก 50 กิโลกรัม จะมีธาตุแคลเซียมโดยเฉลี่ยเป็นเท่าใด
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีต่อร่างกายเพื่อให้ถึงสมมติฐานได้ว่า "แร่ธาตุแต่ละชนิดจะมีความสำคัญต่อร่างกายแตกต่างกัน"
4. ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาการทดลองที่ 8.3 "ความสำคัญของธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูก" ที่กำหนดไว้ในแบบเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3

5. จากการทดลอง 8.3 ดังกล่าวแล้ว นักเรียนอาจตั้งสมมติฐานย่อย ๆ ได้ดังนี้

5.1 กระจกโก๋ที่นำไปแช่ในกรดกบที่แช่น้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน

5.2 กวระละลายของแกลเชื่อมฟอสเฟตในน้ำและในกรดไฮโดรคลอริก จะ

แตกต่างกัน

6. จากสมมติฐานให้นักเรียนกำหนดว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ อะไรเป็นตัวแปรตาม

7. ครูแนะนำในการใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลอง และข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง เช่น กระจกโก๋ที่ใช้จะต้องชุบน้ำออกให้หมด แล้วล้างให้สะอาดก่อนนำไปทดลอง

8. ในการทดลองครั้งนี้ให้นักเรียนออกแบบตารางสำหรับบันทึกผลการทดลองด้วย

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ให้นักเรียนแบ่งออกเป็น 6 หมู่ ๆ ละ 2 กลุ่ม

2. ให้นักเรียนทำการทดลอง 8.3 "ความสำคัญของธาตุกลีเซียมและฟอสฟอรัสในกระจก" ตามกิจกรรมการทดลองที่กำหนดในหนังสือเรียน โดยครูคอยให้คำปรึกษา แนะนำ และคอยควบคุมอย่างใกล้ชิด

3. ให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดลอง ในตารางบันทึกผลการทดลองตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งอาจเป็นดังนี้

รายการ	การเปลี่ยนแปลง	
	น้ำ	กรดไฮโดรคลอริก
กระจกโก๋ กลีเซียมฟอสเฟต		

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. กลุ่มและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง แล้วเขียนข้อสรุปลงบนกระดานดำ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐาน และนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังนี้

2.1 กัลเลียมฟอสเฟตละลายในกรด แต่ไม่ละลายในน้ำ

2.2 สาเหตุที่ทำให้กระดูกที่เข้าในกรดไฮโดรคลอริกอ่อนจนหักงอได้ เนื่องจากกัลเลียมฟอสเฟตที่มีอยู่ในกระดูกละลายออกมาในกรด

2.3 กัลเลียมฟอสเฟต มีธาตุกัลเลียมและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ

2.4 ดังนั้น ธาตุที่ทำให้โครงสร้างของกระดูกแข็งแรง คือกัลเลียมและฟอสฟอรัส ถ้าขาดธาตุทั้งสองนี้จะทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน

3. ครูอภิปรายเพิ่มเติมโดยใช้ตาราง 8.2 แสดงความสำคัญของแร่ธาตุต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุเหล่านี้ ดังรายละเอียดในบทเรียน

4. ครูอภิปรายถึงสาเหตุที่คนที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักเป็นโรคคอพอก เนื่องจาก การบริโภคเกลือสินเธาว์ จึงทำให้ขาดธาตุไอโอดีน ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคคอพอก ดังนั้น วิธีแก้ก็โดยเพิ่มการบริโภคอาหารทะเลให้มากขึ้น

สื่อการเรียนการสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดในการทดลอง 8.3 "ความสำคัญของธาตุกัลเลียมและฟอสฟอรัสในกระดูก" ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 4

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความถึกรวบยอ

พืชต้องการแร่ธาตุต่าง ๆ ในการเจริญเติบโต ในปริมาณเล็กน้อยต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและแร่ธาตุเหล่านั้น ถ้าพืชขาดแร่ธาตุจะทำให้เกิดอาการต่าง ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความสำคัญของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้
2. อธิบายความสำคัญของธาตุคลอรีน แมกนีเซียม กำมะถัน และเหล็ก ที่มีต่อพืชได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายและทบทวนถึงเรื่องความสำคัญของแร่ธาตุต่าง ๆ และแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุ โดยใช้ข้อมูลจากตาราง 8.1 และ 8.2 ในหนังสือแบบเรียน
2. ครูอภิปรายเพิ่มเติมว่าธาตุต่าง ๆ นอกจากจะมีความสำคัญสำหรับมนุษย์และสัตว์แล้ว พืชก็มีความต้องการธาตุเช่นเดียวกัน แต่ปริมาณและวิธีการใช้อาจแตกต่างกันไป
3. ครูกับนักเรียนร่วมกันถึงปัญหาที่ว่า ถ้าพืชขาดแร่ธาตุจะเป็นอย่างไร ส่วนพืชที่ได้รับแร่ธาตุจะเป็นอย่างไร และให้นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐานอันเป็นแนวทางในการตอบปัญหานั้น สมมติฐานอาจเป็นดังนี้
 - 3.1 พืชที่ขาดแร่ธาตุจะเจริญเติบโตช้า
 - 3.2 พืชที่ได้รับแร่ธาตุจะเจริญเติบโตได้ดี
4. ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาการทดลองที่ 8.4 "ความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช" ที่กำหนดไว้ในแบบเรียน สามารถทดสอบสมมติฐานในข้อ 3 ได้หรือไม่
5. ครูซักซ้อมความเข้าใจกับนักเรียนถึงการทำการทดลองที่ถูกวิธี พร้อมกับอภิปรายถึงการควบคุมตัวแปร ในการทดลองนี้

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มทำการทดลอง 8.4 โดยมีการเตรียมการล่วงหน้าก่อนการทดลอง ตามรายละเอียดที่กำหนดในหนังสือแบบเรียน
2. ให้นักเรียนคอยสังเกตและบันทึกผลการทดลองตามตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

ลำดับที่	ต้นอ้วที่ปลูกในน้ำกลั่น			ต้นอ้วที่ปลูกในน้ำผสมปุ๋ย		
	ความสูง	จำนวนใบ	ลักษณะของใบ และลำต้น	ความสูง	จำนวนใบ	ลักษณะของใบ และลำต้น
1						
2						
3						

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง และสรุปลงบนกระดานดำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐาน และนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังนี้
 - 2.1 พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อการเจริญเติบโต
 - 2.2 พืชที่ปลูกในน้ำผสมปุ๋ยเจริญเติบโตเร็วกว่าพืชที่ปลูกในน้ำไม่ผสมปุ๋ย
 - 2.3 พืชที่ปลูกในน้ำกลั่นไม่ได้รับแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต
3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับธาตุที่สำคัญที่พืชต้องการ เป็นปริมาณมากคือธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ส่วนธาตุอื่น ๆ พืชต้องการในปริมาณน้อย
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้สรุปได้ว่า
 - 4.1 ปุ๋ยประกอบด้วยธาตุหลัก 3 อย่างคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม
 - 4.2 แร่ธาตุที่เป็นอาหารของพืชจะต้องอยู่ในรูปของสารประกอบที่ละลายน้ำได้

สื่อการเรียนรู้การสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดในการทดลอง 8.4 "ความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช" ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 5

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความถี่รวบยอด

1. วิตามินเป็นอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกายมาก ถ้าร่างกายขาดวิตามินจะเกิดโทษต่าง ๆ
2. ร่างกายได้รับวิตามินจากหลายแหล่ง ส่วนมากจากอาหารที่กินเข้าไป
3. ความต้องการพลังงานและอาหารของร่างกายขึ้นอยู่กับเพศ อายุ น้ำหนัก และสภาวะของร่างกาย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

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

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยการอภิปรายถึงเรื่องพืชและสัตว์ต้องการธาตุต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโต นอกจากธาตุแล้วยังมีสารประกอบอีกพวกหนึ่งที่ร่างกายต้องการเพื่อช่วยในการทำงานและเพิ่มความต้านทานโรค สารประเภทนี้ไค้แก่ วิตามินต่าง ๆ
2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าวิตามินเป็นสารประกอบที่ซับซ้อน ส่วนใหญ่พืชและแบคทีเรียเป็นผู้สร้าง วิตามินมีหลายชนิด แต่ละชนิดให้ประโยชน์ต่างกัน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาที่ว่า วิตามินซีมีในผลไม้แทบทุกชนิดแล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานว่า ผลไม้ต่างชนิดกันจะมีปริมาณวิตามินซีมากน้อยต่างกัน

4. ให้นักเรียนพิจารณาการทดลองที่ 8.5 การทดสอบวิตามินซีที่กำหนดไว้ในแบบเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3

5. ครูแนะนำการใช้อุปกรณ์การทดลอง และวิธีการทำการทดลองที่ถูกต้อง เช่น การควบคุมปริมาณของน้ำแข็ง สารละลายไอโอดีน ตลอดจนวิธีหาคะแนนหรือสารละลายควรทำให้ถูกต้อง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มทำการทดลอง 8.5 การทดสอบวิตามินซี ตามกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือแบบเรียน โดยครูคอยให้คำปรึกษา แนะนำ และคอยควบคุมอย่างใกล้ชิด

2. ให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดลองแต่ละครั้งไว้ตามตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	จำนวนหยดของสารละลาย
วิตามินซี	
น้ำมะนาว	
น้ำส้ม	
น้ำสับปะรด	

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง และสรุปลงบนกระดานดำ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐาน และนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังนี้

2.1 วิตามินซีสามารถเปลี่ยนน้ำแข็งผสมสารละลายไอโอดีนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี

2.2 ถ้าอยากทราบปริมาณวิตามินซีในสารใด อาจทำได้โดยเทียบจากจำนวนหยดที่สารนั้นเปลี่ยนสีน้ำเงินของน้ำแข็งผสมสารละลายไอโอดีนเป็นไม่มีสีกับจำนวนหยดของวิตามินซีสังเคราะห์

2.3 ในน้ำมะนาว น้ำส้ม น้ำสับปะรด มีวิตามินซีไม่เกิน 0.01 %

3. กรุณอบิปรายถึงประโยชน์ของวิตามินชนิดอื่น ๆ โทษของการขาดวิตามินและแหล่งอาหารที่ให้วิตามินนั้น ๆ โดยใช้ตาราง 8.4 ในหนังสือแบบเรียน

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการกินอาหารให้ครบทุกประเภท และให้ดูสัดส่วนความที่ร่างกายต้องการ โดยใช้ตาราง 8.5 ที่แสดงปริมาณพลังงานและสารอาหารที่คนไทยวัยต่าง ๆ ต้องการในหนึ่งวัน

5. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับแสงอัลตราไวโอเลตในแสงอาทิตย์ สามารถเปลี่ยนสารคอเรสเตอรอลที่อยู่ใต้ผิวหนังให้เป็นวิตามินดีได้

สื่อการเรียนการสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดไว้ใน การทดลอง 8.5 การทดสอบวิตามินซี ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 6

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความถนัดรายบุคคล

ในอาหารมีพลังงานสะสมอยู่ ซึ่งสามารถวัดได้ในรูปของพลังงานความร้อน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายการเปลี่ยนรูปพลังงานเมื่อมีการเผาอาหารโดยตรงได้
2. กำหนดค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการทดลองเผาอาหารได้ถูกต้อง
3. เปรียบเทียบค่าพลังงานในอาหารแต่ละชนิดจากตารางแสดงส่วนประกอบ

ของอาหารและค่าพลังงานในอาหารได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยอภิปรายเกี่ยวกับประโยชน์ของอาหารในการเสริมสร้าง
ความเจริญเติบโตและช่วยต้านทานโรคต่าง ๆ นอกจากนี้อาหารยังให้พลังงานอีกด้วย
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาที่ว่า อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตกับ
โปรตีน ให้พลังงานมากน้อยต่างกันอย่างไร และจะทราบได้อย่างไรว่ามีพลังงานสะสมอยู่ในอาหาร
3. ให้นักเรียนพิจารณาการทดลองที่ 8.6 พลังงานสะสมในอาหาร ที่กำหนดไว้ใน
แบบเรียน ว่าสามารถตอบปัญหาในข้อ 2 ได้หรือไม่
4. ครูแนะนำวิธีจัดตั้งเครื่องมือและวิธีการทดลองที่ถูกต้อง เช่น เคื่อนักเรียน
ใ้บันทึกอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังต้ม พร้อมทั้งแนะนำว่าถ้าไฟดับก่อนเมล็ดถั่วจะเผาไหม้อย่าง
สมบูรณ์ให้จุดไฟใหม่

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มทำการทดลอง 8.6 พลังงานสะสมในอาหาร ตามกิจกรรม
ที่กำหนดในหนังสือแบบเรียน โดยครูคอยให้คำปรึกษา แนะนำ และคอยควบคุมอย่างใกล้ชิด

2. ให้นักเรียนจับบันทึกผลการทดลอง ตามตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

อุณหภูมิของน้ำก่อนต้ม	อุณหภูมิของน้ำหลังต้ม

ขั้นตอนการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง และสรุปลงบนกระดานดำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง และสรุปเป็นความรู้ดังนี้
 - 2.1 เมื่ออาหารถูกเผาไหม้ พลังงานเคมีที่สะสมในอาหารจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน และพลังงานแสง
 - 2.2 พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทไปให้น้ำ ทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น เราจึงสามารถวัดค่าพลังงานได้
3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสาเหตุที่ทำให้ผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อน เช่น
 - 3.1 การสูญเสียพลังงานความร้อนให้กับอากาศที่อยู่รอบ ๆ
 - 3.2 การอ่านอุณหภูมิก่อนที่ระดับปรอทจะหยุดนิ่ง
 - 3.3 ความสมบูรณ์ของการเผาไหม้
4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับจำนวนคาลอรีและปริมาณพลังงานในอาหารประกอบกับตาราง 8.6 แสดงส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหาร

สื่อการเรียนการสอน

ใช้อุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดไว้ในกรทดลอง 8.6 พลังงานสะสมในอาหาร
ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 7
เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความทึบรวบยอด

1. การเผาผลาญอาหารในสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิของร่างกาย ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานความร้อน ซึ่งเรียกละบวนการนี้ว่า การหายใจ
2. ในการหายใจ พลังงานเคมีที่สะสมในอาหารจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และพลังงานรูปอื่น ๆ ปฏิกริยานี้ต้องอาศัยเอนไซม์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของเอนไซม์ และการหายใจได้
2. ยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ได้
3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเผาไหม้และการเผาผลาญอาหารภายในเซลล์ได้
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของความต้องการปริมาณพลังงานของแต่ละเพศ วัย กิจกรรม และภาวะของร่างกายที่แตกต่างกันได้
5. กำหนดหาปริมาณพลังงานที่ร่างกายใช้ต่อวันได้
6. เลือกรายชื่ออาหารที่จะรับประทานจากตารางแสดงส่วนประกอบของอาหาร และค่าพลังงานใ้ครบทุกประเภทและถูกต้องส่วน

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนถึงการทดลอง 8.6 พลังงานความร้อนและพลังงานแสง เกิดขึ้นเมื่อมีการเผาไหม้อาหาร นอกจากนั้นยังได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำอีกด้วย
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการได้พลังงานจากการเผาไหม้อาหารในร่างกาย และปฏิกริยาในร่างกายจะเกิดขึ้นภายใต้สภาวะอย่างไร

3. ให้นักเรียนพิจารณาการทดลอง 8.7 การเผาผลาญอาหารของยีสต์ ที่กำหนดในหนังสือแบบเรียน ว่าสามารถตอบคำถามในข้อ 2 ได้หรือไม่

4. ครูแนะนำการใช้อุปกรณ์การทดลอง และวิธีการทดลองที่ถูกต้อง เช่น การเสียบเทอร์โมมิเตอร์กับฝากล่อง ควรให้กระเปาะเปียกน้ำก่อนเพื่อช่วยให้แน่น การเริ่มบันทึกอุณหภูมิทันที และบันทึกต่อไปอีกทุก 5 นาที เมื่อทดลองเสร็จแล้วรีบถอดเทอร์โมมิเตอร์ออกจากฝากล่อง ล้างให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ให้นักเรียนแบ่งออกเป็น 6 หมู่ หมู่ละ 2 กลุ่ม ให้แต่ละหมู่ทำการทดลองร่วมกัน

2. ให้นักเรียนทำการทดลอง 8.7 การเผาผลาญอาหารของยีสต์ ตามกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือแบบเรียน โดยครูคอยให้คำปรึกษา แนะนำ และคอยควบคุมอย่างใกล้ชิด

3. ให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดลอง ตามตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ	
	กาลอร์มิเตอร์ ก.	กาลอร์มิเตอร์ ข.
0		
5		
10		
15		

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง และสรุปลงบนกระดานดำ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง และสรุปเป็นความรู้ดังนี้

2.1 การที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในกาลอร์มิเตอร์ เกิดจากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ของยีสต์แล้วให้พลังงานความร้อนออกมา และยังมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นด้วย

2.2 การเผาผลาญอาหารของสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิของร่างกาย แล้วให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานความร้อน ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า การหายใจ

3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า การหายใจเป็นกระบวนการรวมตัวของอาหารภายในเซลล์กับออกซิเจน โดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วให้พลังงานออกมาสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานกับการดำรงชีวิต โดยพิจารณาจากตาราง 8.7 ในหนังสือแบบเรียน

5. ครูอภิปรายเพิ่มเติมถึง ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน การสังเคราะห์แสง และการหายใจ

สื่อการเรียนการสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดไว้ใน การทดลอง 8.7 การเผาผลาญอาหารของยีสต์ ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนโดยภาวสารัตถการทดลอง
วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารและพลังงาน
แผนการสอน ครั้งที่ 1 เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความกิตราบยอก

1. พืชสีเขียวสร้างอาหารเองได้โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีสะสมในอาหารที่สร้างขึ้น สำหรับสัตว์นั้น สร้างอาหารเองไม่ได้ต้องอาศัยพืชเป็นอาหารโดยตรง หรือโดยทางอ้อม
2. อาหารมีหลายประเภท ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ อาหารแต่ละประเภทให้ประโยชน์แตกต่างกัน
3. เราสามารถทดสอบอาหารพวกโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน โดยใช้วิธีง่าย ๆ ได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายได้ว่าแหล่งพลังงานที่มีชีวิตนำมาใช้ในการดำรงชีวิต ได้มาจากอาหารที่พืชสร้างขึ้นหรืออาหารที่ได้จากการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ของสัตว์
2. สรุปได้ว่าการกินต่อกันเป็นทอด ๆ นั้นเป็นการถ่ายทอดพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหาร
3. เขียนแผนภาพแสดงการถ่ายทอด และการเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงานในสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่พลังงานขั้นต้นจนถึงพลังงานขั้นสุดท้ายได้
4. บอกได้ว่าอาหารประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ พร้อมทั้งบอกประโยชน์และแหล่งของอาหารเหล่านี้ได้
5. ทำการทดสอบแป้ง น้ำตาล และไขมันในอาหารได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยการอภิปรายถึงพลังงานรูปต่าง ๆ และการเปลี่ยนรูปของพลังงาน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา ดังนี้

2.1 การดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ต้องใช้พลังงานหรือไม่

2.2 พลังงานในสิ่งมีชีวิตได้มาจากไหน

3. ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาจากภาพ 8.1 แสดงการสังเคราะห์แสงและห่วงโซ่อาหาร ผูกให้นักเรียนคิดแล้วตอบคำถามดังนี้

3.1 การสังเคราะห์แสงคืออะไร และสิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสงมีอะไรบ้าง

3.2 ผู้ผลิตและผู้บริโภคหมายถึงอะไร แตกต่างกันอย่างไร

3.3 จากแผนภาพ อะไรคือผู้บริโภคอันดับแรก อันดับสอง และอันดับสุดท้าย

3.4 การสังเคราะห์แสงมีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้สรุปได้ว่า

4.1 พลังงานขั้นต้นในสิ่งมีชีวิตได้มาจากแสงอาทิตย์ โดยการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว

4.2 แหล่งพลังงานสำคัญที่สิ่งมีชีวิตนำมาใช้ในดำรงชีวิต ได้มาจากอาหารที่พืชสร้างขึ้น

4.3 การกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหาร เป็นการถ่ายทอดพลังงานเคมีที่สะสมในอาหารจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค

4.4 พลังงานเคมีที่สะสมในอาหารจะใช้ประโยชน์ได้ก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปต่าง ๆ เช่น พลังงานกล พลังงานความร้อน เป็นต้น

5. ครูอภิปรายถึงความสำคัญของอาหารในแง่ที่ให้พลังงาน ช่วยให้สิ่งมีชีวิตเจริญเติบโต แล้วตั้งปัญหาดังนี้ว่า

5.1 อาหารมีกี่ประเภท

5.2 อาหารแต่ละประเภทมีประโยชน์อย่างไร

6. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้แยกประเภทของอาหาร นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ตั้งสมมติฐานได้ว่า "อาหารที่ประกอบด้วยสารต่างชนิดกัน ถ้านำมาทดสอบแล้วจะให้ผลการทดสอบแตกต่างกัน"

7. ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาวิธีการทดลองที่ 8.1 "การทดสอบสารประเภทต่าง ๆ ในอาหาร" ที่กำหนดไว้ในแบบเรียน สามารถใช้ทดสอบสมมติฐานในข้อ 6 ได้หรือไม่

8. ครูแนะนำการใช้อุปกรณ์การทดลอง และข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนออกเป็น 7 กลุ่ม เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้มีโอกาสเข้าร่วมทำการสังเกตการทดลองกับครู คราวละ 1 กลุ่ม
2. ครูกับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ร่วมกันทำการทดสอบสารประเภทต่าง ๆ ในอาหารตามกิจกรรมการทดลอง 8.1 ในหนังสือแบบเรียน
3. ให้นักเรียนคอยสังเกตการทำการทดลองและผลที่เกิดจากการทดลอง พร้อมกับตอบคำถามของครูเป็นระยะ ๆ
4. ให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดลองแต่ละครั้งไว้ตามตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

อาหาร	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้			
	สารละลายไอโอดีน	สารละลายไบยูเรต	สารละลายเบเนดิกต์	ดูกับกระดาษ
แป้งมัน น้ำตาลกลูโคส ไข่ขาว น้ำมัน น้ำมันมะพร้าว				

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง แล้วเขียนข้อสรุปลงบนกระดานดำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐาน และนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังนี้
 - 2.1 แป้งซึ่งเป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนให้สีน้ำเงิน

2.2 น้ำตาลกลูโคสซึ่งเป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกับแป้ง ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน แต่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ให้สีแดง สีส้ม หรือ สีเขียว

2.3 ไข่ขาวและนมซึ่งเป็นอาหารประเภทโปรตีน ทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรตให้สีม่วง

2.4 ในนํ้านมมีน้ำตาลแลคโตส ซึ่งทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ให้ผลเช่นเดียวกับน้ำตาลกลูโคส นอกจากนี้นํ้านมยังมีโปรตีน เพราะทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรตให้สีม่วง เช่นเดียวกับไข่ขาว

2.5 นํ้ามันมะพร้าวซึ่งเป็นอาหารประเภทไขมันเมื่อถูกกับกระดาษจะทำให้ตรงรอบๆนั้นโปร่งแสง

2.6 การทดสอบอาหารชนิดใดชนิดหนึ่ง ทำได้ดังนี้ ใช้สารละลายไอโอดีนทดสอบแป้ง สารละลายเบเนดิกต์ทดสอบน้ำตาลกลูโคส สารละลายไบยูเรตทดสอบโปรตีน และถูกกับกระดาษทดสอบไขมัน

3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ของอาหารประเภทต่าง ๆ รวมทั้งผลของการขาดอาหารบางประเภท ตามรายละเอียดในบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดไว้ใน การทดลอง 8.1 การทดสอบสารประเภทต่าง ๆ ในอาหาร ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนสรุปผลการสังเกตการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 2

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความกิตราบยอก

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารคือ ธาตุคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน สำหรับอาหารพวกโปรตีนยังประกอบด้วยธาตุไนโตรเจนและอาจมีธาตุกำมะถันปนอยู่ด้วย นอกจากนี้ในอาหารยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ อีกเมื่อเรากินอาหารเข้าไป ร่างกายจะได้แร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านั้นด้วย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. สรุปได้ว่าการหาอาหารได้แก่คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
2. ทดสอบได้ว่าหยดของเหลวที่ได้จากการเผาอาหารคืออะไร
3. บอกได้ว่าสารสีตกที่เหลือจากการเผาอาหารคือคาร์บอน
4. สรุปได้ว่าธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารคือ คาร์บอน ออกซิเจน และ

ไฮโดรเจน

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายและทบทวนถึงเรื่องอาหารประเภทต่าง ๆ ตลอดจนสารประเภทต่าง ๆ ที่อยู่ในอาหาร
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาที่ว่าอาหารมีมากมายหลายชนิด และในแต่ละชนิดนั้นมีส่วนประกอบเป็นอย่างไร
3. ให้นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐานอันเป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหา ในข้อ 2 ซึ่งอาจได้สมมติฐานดังนี้

3.1 เมื่อนำอาหารหลาย ๆ ชนิดมาทดสอบโดยการเผาแล้ว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะคล้ายกัน

3.2 เมื่อนำอาหารหลาย ๆ ชนิดมาทดสอบโดยการเผาแล้ว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกัน

4. จากสมมติฐานให้นักเรียนกำหนดว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ อะไรเป็นตัวแปรตาม

5. ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาการทดลองที่ 8.2 "อาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง" ที่กำหนดไว้ในแบบเรียน สามารถใช้ทดสอบสมมติฐานในข้อ 3 ได้หรือไม่ ตามขั้นตอนการทดลองที่กำหนดนั้น แล้วตั้งสมมติฐานย่อย ๆ จากการทดลองที่ 8.2 ดังนี้

5.1 เมื่อเผาสารแล้วจะทำให้สารนั้นเป็นสีดำ

5.2 ในขณะที่เผาจะมีก๊าซเกิดขึ้นด้วย

6. ครูแนะนำในการใช้อุปกรณ์การทดลอง และข้อควรระวังในขณะที่ทำการทดลอง เช่น ครูตั้งอุปกรณ์ให้นักเรียนดู และเตือนนักเรียนให้อาหลอคนำกาช่อออกจากสารละลายยกลี เข็มไฮดรอกไซด์ ก่อนจะเอาตะเกียงออก มิฉะนั้นสารละลายจะไหลกลับไปไหลกลับไปในหลอดทดลองที่กำลังร้อนจะทำให้หลอดแตกได้

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ครูกับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ร่วมกันทำการทดสอบว่าอาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง ตามกิจกรรมการทดลอง 8.2 ที่กำหนดในหนังสือแบบเรียน

2. ให้นักเรียนคอยสังเกตการทำการทดลองและผลที่จะเกิดจากการทดลอง พร้อมกับตอบคำถามของครูเป็นระยะ ๆ

3. ให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดลองแต่ละครั้งไว้ตามตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

สาร	ลักษณะของสาร		การเปลี่ยนแปลงของสาร ละลายกลีเข็มไฮดรอกไซด์
	ก่อนเผา	หลังเผา	
น้ำตาล			
หญ้าแห้งป่น			
แป้งมัน			
ไข่ขาวสุกบด			

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง แล้วเขียนสรุปลงบนกระดานดำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานและนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังนี้
 - 2.1 ในการเผาอาหาร สารสีดำที่ได้คือธาตุคาร์บอน นอกสากนี้ยังได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำอีกด้วย
 - 2.2 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของ "ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์" คือก๊าซที่ทำปฏิกิริยากับสารละลายคลอโรฟิสมโซโครอไซด์แล้ว ทำให้สารละลายนั้นขุ่น
 - 2.3 สำหรับวิธีทดสอบน้ำ นักเรียนอาจทำได้โดยใช้แท่งแก้วและหยดของเหลวที่จับอยู่ข้าง ๆ หลอดทดลอง แล้วทดสอบกับคอปเปอร์ซัลเฟตที่ไม่มีน้ำ หรือเรียกว่าแอนไฮดรัสคอปเปอร์ซัลเฟต ซึ่งจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีฟ้า
 - 2.4 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของ "น้ำ" คือของเหลวที่ทำปฏิกิริยากับแอนไฮดรัสคอปเปอร์ซัลเฟตแล้ว เปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีฟ้า
 - 2.5 ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของน้ำ คือ ไฮโดรเจน และออกซิเจน
 - 2.6 ดังนั้น ธาตุที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน คือ ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน
3. ให้ความรู้เพิ่มเติมว่า นอกจากธาตุทั้งสามดังกล่าวแล้ว ในโปรตีนยังมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และอาจมีธาตุกำมะถันปนอยู่ด้วย
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จากตาราง 8.1 ในหนังสือแบบเรียนเพื่อให้เห็นว่าในร่างกายของเรามีธาตุต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบหลายชนิด และธาตุเหล่านี้ก็ได้อาหารที่รับประทานเข้าไปนั่นเอง

สื่อการเรียนการสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดไว้ใน การทดลอง 8.2 "อาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง" ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนสรุปผลการจัดการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 3
เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความถึกรวบยอค

ร่างกายของกนประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ ซึ่งไค้จากอาหาร และแร่ธาตุแต่ละชนิดก็มีความสำคัญต่อร่างกายแตกต่างกัน เช่น ธาตุคล็เชื่อมและฟอสฟอรัสเป็นธาตุสำคัญที่ทำให้โครงสร้างของกระดูกและฟันแข็งแรง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกไค้ว่าคล็เชื่อมฟอสเฟสละลายในกรดไฮโครคลอริก
2. บอกไค้ว่าในกระดูกมีคล็เชื่อมฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ
3. สรุปจากการทดลองไค้ว่า ธาตุคล็เชื่อม และฟอสฟอรัสเป็นธาตุสำคัญที่ทำให้กระดูกแข็งแรง และถ้าขาดธาตุทั้งไค้จะทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน
4. อธิบายถึงความสำคัญของแร่ธาตุแต่ละชนิดที่มีต่อร่างกายของกน พร้อมทั้งบอกแหล่งอาหารของแร่ธาตุเหล่านั้นไค้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายและทบทวนถึงเรื่อง ปริมาณของธาตุต่าง ๆ ในร่างกายของกน จากตาราง 8.1 ในหนังสือแบบเรียน
2. ให้นักเรียนฝึกทักษะการคำนวณ โดยอาศัยข้อมูลจากตาราง 8.1 ครูเป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนคิดแล้วตอบปัญหา เช่น ถ้านักเรียนหนัก 50 กิโลกรัม จะมีธาตุคล็เชื่อมโดยเฉลี่ยเป็นเท่าใด
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีต่อร่างกาย เพื่อให้ตั้งสมมติฐาน "แร่ธาตุแต่ละชนิดจะมีความสำคัญต่อร่างกายแตกต่างกัน"
4. ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาการทดลอง 8.3 "ความสำคัญของธาตุคล็เชื่อมและ

ฟอสฟอรัสในกระดูก "ที่กำหนดไว้ในแบบเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3

5. จากการทดลอง 8.3 ดังกล่าวแล้ว นักเรียนอาจตั้งสมมติฐานย่อย ๆ ได้ดังนี้

5.1 กระดูกไก่ที่นำไปแช่ในกรดกับแช่ในน้ำ จะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน

5.2 การละลายของกัลเซียมฟอสเฟตในน้ำและในกรดไฮโดรคลอริก จะแตกต่างกัน

กัน

6. จากสมมติฐานให้นักเรียนกำหนดว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ อะไรเป็นตัวแปรตาม

7. ครูแนะนำในการใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลอง และข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง เช่น กระดูกไก่ที่ใช้จะต้องชุบน้ำออกให้หมด แล้วล้างให้สะอาดก่อนนำไปทดลอง

8. ในการทดลองครั้งนี้ให้นักเรียนออกแบบตารางสำหรับบันทึกผลการทดลองด้วย

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ครูกับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ร่วมกันทำการทดลอง 8.3 "ความสำคัญของธาตุกัลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูก" ตามกิจกรรมการทดลองที่กำหนดในหนังสือแบบเรียน

2. ให้นักเรียนคอยสังเกตการทำการทดลองและผลที่จะเกิดจากการทดลอง พร้อมกับตอบคำถามของครูเป็นระยะ ๆ

3. ให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดลอง ในตารางบันทึกผลการทดลองตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งอาจเป็นดังนี้

รายการ	การเปลี่ยนแปลง	
	น้ำ	กรดไฮโดรคลอริก
กระดูกไก่ กัลเซียมฟอสเฟต		

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง แล้วเขียนข้อสรุปลงบนกระดานดำ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐาน และนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังนี้

2.1 กัลเชื่อมฟอสเฟตละลายในกรด แต่ไม่ละลายในน้ำ

2.2 สาเหตุที่ทำให้กระดูกที่แช่ในกรดไฮโดรคลอริกอ่อนจนหักงอได้ เนื่องจากกัลเชื่อมฟอสเฟตที่มีอยู่ในกระดูกละลายออกมาในกรด

2.3 กัลเชื่อมฟอสเฟต มีธาตุคัลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ

2.4 ดังนั้น ธาตุที่ทำให้โครงสร้างของกระดูกแข็งแรง คือกัลเซียม และฟอสฟอรัสถ้าขาดธาตุทั้งสองนี้จะทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน

3. กรูอิกปรายเพิ่มเติมโดยใช้ตาราง 8.2 แสดงความสำคัญของแร่ธาตุต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุเหล่านี้ ดังรายละเอียดในบทเรียน

4. กรูอิกปรายถึงสาเหตุที่คนที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักเป็นโรคคอพอก เนื่องจากจากการบริโภคเกลือสินเธาว์ จึงทำให้ขาดธาตุไอโอดีน ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคคอพอก ดังนั้น วิธีแก้ก็โดยการบริโภคอาหารทะเลให้มากขึ้น

สื่อการเรียนการสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดในการทดลอง 8.3 "ความสำคัญของธาตุกัลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูก" ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนสรุปผลจากการสำรวจการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 4
เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความคาดหวัง

พืชต้องการแร่ธาตุต่าง ๆ ในการเจริญเติบโต ในปริมาณมากน้อยต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและแร่ธาตุเหล่านั้น ถ้าพืชขาดแร่ธาตุจะทำให้เกิดอาการต่าง ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความสำคัญของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้
2. อธิบายความสำคัญของธาตุคลอรีน แมกนีเซียม กำมะถัน และเหล็ก ที่มีต่อพืชได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายและทบทวนถึงเรื่องความสำคัญของแร่ธาตุต่าง ๆ และแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุ โดยใช้ข้อมูลจากตาราง 8.1 และ 8.2 ในหนังสือแบบเรียน
2. ครูอภิปรายเพิ่มเติมว่าธาตุต่าง ๆ นอกจากจะมีความสำคัญสำหรับมนุษย์และสัตว์แล้วพืชก็มีความต้องการธาตุเช่นเดียวกัน แต่ปริมาณและวิธีการใช้อาจแตกต่างกันไป
3. ครูกับนักเรียนร่วมกันถึงปัญหาที่ว่า ถ้าพืชขาดแร่ธาตุจะเป็นอย่างไร ส่วนพืชที่ได้รับแร่ธาตุจะเป็นอย่างไร และให้นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐานอันเป็นแนวทางในการตอบปัญหานั้น สมมติฐานอาจเป็นดังนี้
 - 3.1 พืชที่ขาดแร่ธาตุจะเจริญเติบโตช้า
 - 3.2 พืชที่ได้รับแร่ธาตุจะเจริญเติบโตได้ดี
4. ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาการทดลองที่ 8.4 "ความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช" ที่กำหนดไว้ในแบบเรียน สามารถทดสอบสมมติฐานในข้อ 3 ได้หรือไม่

5. ครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับ การทำการทดลองที่ถูกต้องวิธี พร้อมกับอธิบายถึงการควบคุมตัวแปร ในการทดลองนี้

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ครูกับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ร่วมกันทำการทดลอง 8.4 โดยมีการเตรียมการล่วงหน้าก่อนการทดลอง ตามรายละเอียดที่กำหนดในหนังสือแบบเรียน
2. ให้นักเรียนคอยสังเกตการทำการทดลองและผลที่จะเกิดจากการทดลอง พร้อมกับตอบคำถามของครูเป็นระยะ ๆ
3. ให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดลอง ตามตัวอย่างบันทึกผลการทดลอง

ลำดับที่	ต้นกล้าที่ปลูกในน้ำกลั่น			ต้นกล้าที่ปลูกในน้ำผสมปุ๋ย		
	ความสูง	จำนวนใบ	ลักษณะของใบและลำต้น	ความสูง	จำนวนใบ	ลักษณะของใบและลำต้น
1						
2						
3						

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทำสรุปผลการทดลอง แล้วเขียนข้อสรุปลงบนกระดานดำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐาน และนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังนี้
 - 2.1 พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อการเจริญเติบโต
 - 2.2 พืชที่ปลูกในน้ำผสมปุ๋ยเจริญเติบโตเร็วกว่าพืชที่ปลูกในน้ำไม่ผสมปุ๋ย
 - 2.3 พืชที่ปลูกในน้ำกลั่นไม่ได้รับแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต

3. ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับธาตุที่สำคัญที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากคือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ส่วนธาตุอื่น ๆ ที่พืชต้องการในปริมาณน้อย

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้สรุปได้ว่า

4.1 ปุ๋ยประกอบด้วยธาตุหลัก 3 อย่างคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

4.2 แร่ธาตุที่เป็นอาหารของพืชจะต้องอยู่ในรูปของสารประกอบที่ละลายน้ำได้

5. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายพร้อมกันพิจารณาตาราง 8.3 แสดงความสำคัญของธาตุบางอย่างที่มีต่อพืชจากรายละเอียดในหนังสือแบบเรียน

สื่อการเรียนการสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดในการทดลอง 8.4 "ความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช" ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตขณะที่นักเรียนสรุปผลจากการสาธิตการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 5

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความถึกรวบยอก

1. วิตามินเป็นอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกายมาก ถ้าร่างกายขาดวิตามินจะเกิดโทษต่าง ๆ
2. ร่างกายได้รับวิตามินจากหลายแหล่ง ส่วนมากจากอาหารที่กินเข้าไป
3. ความต้องการพลังงานและอาหารของร่างกายขึ้นอยู่กับเพศ อายุ น้ำหนัก และสภาวะของร่างกาย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

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

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยการอภิปรายถึงเรื่องพืชและสัตว์ต้องการธาตุต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโต นอกจากธาตุแล้วยังมีสารประกอบอีกพวกหนึ่งที่ร่างกายต้องการเพื่อช่วยในการทำงานและเพิ่มความต้านทานโรค สารประเภทนี้ได้แก่ วิตามินต่าง ๆ
2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าวิตามินเป็นสารประกอบที่ซับซ้อน ส่วนใหญ่พืชและแบคทีเรียเป็นผู้สร้าง วิตามินมีหลายชนิด แต่ละชนิดให้ประโยชน์ต่างกัน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาที่ว่า วิตามินซีมีในผลไม้แทบทุกชนิดแล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานว่า ผลไม้ต่างชนิดกันจะมีปริมาณวิตามินซีมากน้อยต่างกัน

4. ให้นักเรียนพิจารณาการทดลองที่ 8.5 การทดสอบวิตามินซี ที่กำหนดไว้ในแบบเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3

5. ครูแนะนำการใช้อุปกรณ์การทดลอง และวิธีการทำการทดลองที่ถูกต้อง เช่น การควมคุมปริมาณของน้ำแข็ง สารละลายไอโอดีน คลอเจน วิธีหยควิตามินซีหรือสารละลายกรทำให้ถูกต้อง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ครูกับนักเรียนกลุ่มที่ 5 ร่วมกันทำการทดลอง 8.5 การทดสอบวิตามินซี ตามกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือแบบเรียน
2. ให้นักเรียนคอยสังเกตการทำการทดลองและผลที่จะเกิดจากการทดลอง พร้อมกับตอบคำถามของครูเป็นระยะ ๆ
3. ให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดลองแต่ละครั้งไว้ตามตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	จำนวนหยดของสารละลาย
วิตามินซี น้ำมะนาว น้ำส้ม น้ำสับปะรด	

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองและเป็นข้อสรุปลงบนกระดานดำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐาน และนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังนี้

2.1 วิตามินซีสามารถเปลี่ยนน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี

2.2 ถ้าอยากทราบปริมาณวิตามินซีในสารใด อาจทำได้โดยเทียบจากจำนวนหยดที่สารนั้นเปลี่ยนสีน้ำเงินของน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนเป็นไม่มีสี กับจำนวนหยดของวิตามินซีสังเคราะห์

2.3 ในน้ำมะนาว น้ำส้ม น้ำสับปะรด มีวิตามินซีไม่เกิน 0.01 %

3. ครูอภิปรายถึงประโยชน์ของวิตามินชนิดอื่น ๆ โทษของการขาดวิตามิน และแหล่งอาหารที่ให้วิตามินชนิดนั้นโดยใช้ตาราง 8.4 ในหนังสือแบบเรียน

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการกินอาหารให้ครบทุกประเภท และให้ถูกสัดส่วนตามที่ร่างกายต้องการ โดยใช้ตาราง 8.5 ที่แสดงปริมาณพลังงานและสารอาหารที่คนไทยวัยต่าง ๆ ต้องการในหนึ่งวัน

5. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับแสงอัลตราไวโอเลตในแสงอาทิตย์ สามารถเปลี่ยนสารคอเรสเตอรอลที่อยู่ใต้ผิวหนังให้เป็นวิตามินดีได้

สื่อการเรียนการสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดไว้ใน การทดลอง 8.5 การทดสอบวิตามินซี ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนสรุปผลจากการสาธิตการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 6
เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความถี่รวบยอด

ในอาหารมีพลังงานสะสมอยู่ ซึ่งสามารถวัดได้ในรูปของพลังงานความร้อน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายการเปลี่ยนรูปพลังงานเมื่อมีการเผาอาหารโดยตรงได้
2. กำหนดค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการทดลองเผาอาหารได้ถูกต้อง
3. เปรียบเทียบค่าพลังงานในอาหารแต่ละชนิดจากตารางแสดงส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยอธิบายเกี่ยวกับประโยชน์ของอาหาร ในการเสริมสร้าง
ความเจริญเติบโตและช่วยต้านทานโรคต่าง ๆ นอกจากนี้อาหารยังให้พลังงานอีกด้วย
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาที่ว่า อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตกับ
โปรตีน ให้พลังงานมากน้อยต่างกันอย่างไร และจะทราบได้อย่างไรว่ามีพลังงานสะสมอยู่ใน
อาหาร
3. ให้นักเรียนพิจารณาการทดลองที่ 8.6 พลังงานสะสมในอาหารที่กำหนดไว้ใน
แบบเรียน ว่าสามารถตอบปัญหาในข้อ 2 ได้หรือไม่
4. ครูแนะนำการใช้อุปกรณ์การทดลองและวิธีทำการทดลองที่ถูกต้อง เช่น เคาน์
นักเรียนให้บันทึกอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังต้ม พร้อมทั้งแนะนำว่าถ้าไฟดับก่อนเมลต์แก้วจะเผาไหม้
อย่างสมบูรณ์ให้จุดไฟใหม่

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ครูกับนักเรียนกลุ่มที่ 6 ร่วมกันทำการทดลอง 8.6 พลังงานสะสมในอาหาร

ตามกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือแบบเรียน

2. ให้นักเรียนคอยสังเกตการทำการทดลองและผลที่จะเกิดจากการทดลอง พร้อมกับ
ตอบคำถามของครูเป็นระยะ ๆ

3. ให้นักเรียนจับบันทึกผลการทดลอง ความตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

อุณหภูมิของน้ำก่อนต้ม	อุณหภูมิของน้ำหลังต้ม

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง แล้วเขียนข้อสรุปลงกระดานดำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง และสรุปเป็นความรู้

ดังนี้

2.1 เมื่ออาหารถูกเผาไหม้ พลังงานเคมีที่สะสมในอาหารจะเปลี่ยนไปเป็น
พลังงานความร้อนและพลังงานแสง

2.2 พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทไปให้น้ำ ทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น เราจึง
สามารถวัดค่าพลังงานได้

3. ให้นักเรียนร่วมกันคิดหาสาเหตุที่ทำให้ผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อน เช่น

3.1 การสูญเสียพลังงานความร้อนให้กับอากาศที่อยู่รอบ ๆ

3.2 การอ่านอุณหภูมิก่อนที่จะครบรอบจะหยุดนิ่ง

3.3 ความสมบูรณ์ของการเผาไหม้

4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับจำนวนคาลอรีและปริมาณพลังงานในอาหารประกอบ
กับตาราง 8.6 แสดงส่วนประกอบของอาหาร และค่าพลังงานในอาหาร

สื่อการเรียนการสอน

ใช้อุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดไว้ใน การทดลอง 8.6 หลังงานสะสมในอาหาร
ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนสรุปผลจากการสังเกตการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 7

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ความทึบรวบยอด

1. การเผาผลาญอาหารในสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิของร่างกาย ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานความร้อน ซึ่งเรียกระบวนการนี้ว่า การหายใจ
2. ในการหายใจ พลังงานเคมีที่สะสมในอาหาร จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และพลังงานรูปอื่น ๆ ปฏิกริยานี้จะต้องอาศัยเอนไซม์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของเอนไซม์ และการหายใจได้
2. ยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ได้
3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเผาไหม้และการเผาผลาญอาหารภายในเซลล์ได้
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของความต้องการปริมาณพลังงาน ของแต่ละเพศ วัย กิจกรรม และภาวะของร่างกายที่แตกต่างกันได้
5. กำหนดหาปริมาณพลังงานที่ร่างกายใช้ต่อวันได้
6. เลือกรายชื่ออาหารที่จะรับประทานจากตารางแสดงส่วนประกอบของอาหาร และค่าพลังงานได้ครบทุกประเภทและถูกต้องส่วน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนถึงการทดลอง 8.6 พลังงานความร้อนและพลังงานแสงเกิดขึ้นเมื่อมีการเผาไหม้อาหาร ในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ผลที่ได้คือ ความร้อน แสง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสารได้พลังงานจากการเผาไหม้อาหารในร่างกายจะเกิดขึ้นภายใต้สภาวะอย่างไร

3. ให้นักเรียนพิจารณาการทดลองที่ 8.7 การเผาผลาญอาหารของยีสต์ ที่กำหนดไว้ในแบบเรียน ว่าสามารถตอบคำถามในข้อ 2 ได้หรือไม่

4. ครูแนะนำการใช้อุปกรณ์การทดลอง และวิธีนำการทดลองที่ถูกต้องวิธี เช่น การเลี้ยงเทอร์โมมิเตอร์กับฟากลอง ควรให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์เปียกน้ำก่อนเพื่อช่วยให้เส้น ควรเริ่มบันทึกอุณหภูมิทันที และบันทึกต่อไปทุก 5 นาที เมื่อทดลองเสร็จแล้วรีบถอดเทอร์โมมิเตอร์ออกจากฟากลอง ล้างให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. ครูกับนักเรียนกลุ่มที่ 7 ร่วมกันทำการทดลอง 8.7 การเผาผลาญอาหารของยีสต์ ตามกิจกรรมการทดลองที่กำหนดในหนังสือแบบเรียน

2. ให้นักเรียนคอยสังเกตการทำการทดลองและผลที่จะเกิดจากการทดลอง พร้อมกับตอบคำถามของครูเป็นระยะ ๆ

3. ให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดลอง ตามตัวอย่างการบันทึกผลการทดลอง

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ	
	กาลอ์มิเตอร์ ก.	กาลอ์มิเตอร์ ข.
0		
5		
10		
15		

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง และเขียนข้อสรุปลงบนกระดานดำ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทดลอง และสรุปเป็นความรู้

ดังนี้

2.1 การที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในคาลอรีมิเตอร์ เกิดจากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ของยีสต์แล้วให้พลังงานความร้อนออกมา และยังมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานความร้อน ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า การหายใจ

3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าการหายใจเป็นกระบวนการรวมตัวของอาหารภายในเซลล์กับออกซิเจน โดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วให้พลังงานออกมาสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานกับการดำรงชีวิต โดยพิจารณาจากตาราง 8.7 ในหนังสือแบบเรียน

5. ครูอภิปรายเพิ่มเติมถึง ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานการสังเคราะห์แสง และการหายใจ

สื่อการเรียนการสอน

ใช้สารเคมีและอุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดไว้ในบททดลอง 8.7 การเผาผลาญอาหารของยีสต์ ในหนังสือคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนสรุปผลจากการสังเกตการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

ภาคผนวก จ.

รายชื่อโรงเรียนเอกชน ระดับมัธยมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร

โรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่

โรงเรียน	เขต	โรงเรียน	เขต
เซนต์คาเบรียล	ดุสิต	อำนวยการศิลป์	พญาไท
เซนต์ฟรังซิสซาเวียร์คอนแวนต์	ดุสิต	เกษมศึกษา	พระโขนง
เทพสัมพันธ์	ดุสิต	พระฤทธิย์คอนแวนต์	พระโขนง
โยนออฟอาร์ค	ดุสิต	โรจนเสรีอนุสรณ์	พระโขนง
พระฤทธิย์ศึกษา	ดุสิต	ลาซาล	พระโขนง
ราชินีบน	ดุสิต	ศรีวิกรม์	พระโขนง
เบญจมิตร	บางกะปิ	สหะพานิชย์แผนกสามัญ	พระโขนง
เซนต์จอห์น	บางเขน	ราชินี	พระนคร
อัสสัมชัญวิทยาบางเขน	บางเขน	เซนต์หลุยส์ศึกษา	ยานนาวา
ประทีปวิทยวิทยา	บางเขน	เปรมฤทธิศึกษา	ยานนาวา
ป่านะพันธูวิทยาในพระบรมราชูปถัมภ์	บางเขน	พระแม่มาลี	ยานนาวา
ไพฑูริย์ศึกษา	บางเขน	พระแม่มาลีสาธิตประดิษฐ์	ยานนาวา
สตรีเซนต์จอห์น	บางเขน	สารสาสน์พัฒนา	ยานนาวา
สตรีวารนาถบางเขน	บางเขน	ช่างคากูสคอนแวนต์	ธนบุรี
กรุงเทพระศิรินทร์วิทยาลัย	บางรัก	เซนต์หลุยส์อนุสรณ์	บางกอกน้อย
เซนต์โยเซฟคอนแวนต์	บางรัก	พิมลวิทย์	บางกอกน้อย
อัสสัมชัญศึกษา	บางรัก	สตรีบูรณวิทย์	บางกอกน้อย
อัสสัมชัญคอนแวนต์	บางรัก	ทิวไผ่งาม	บางกอกน้อย
อัสสัมชัญ	บางรัก	อัสสัมชัญธนบุรี	ภาษีเจริญ
มาแตร์เดอีวิทยาลัย	ปทุมวัน	บูรณศึกษา	ราษฎร์บูรณะ
สมถวิลราชดำริ	ปทุมวัน	ครูพิทยา	ห้วยขวาง
สืบทศรบำรุง	ปทุมวัน	สตรีพร้อมพรรณวิทยา	ห้วยขวาง
เซนต์คอมมิวนิก	พญาไท	อำนวยการศึกษา	ห้วยขวาง

โรงเรียนเอกชนชนวนกลาง

โรงเรียน	เขต	โรงเรียน	เขต
กันตะบุตร	คูสิต	พระแม่มาลีชาย	ยานนาวา
ช่างอากาศยานบำรุง	คูสิต	วิริยาลัย	ยานนาวา
บริบูรณ์ศิลปศึกษา	บางเขน	วาสุเทวี	ยานนาวา
ปราโมชวิทยารามอินทรา	บางเขน	วารสารศึกษา	ยานนาวา
เพชรรัชต์	บางเขน	วรมงคล	ยานนาวา
ผดุงกรณี	บางรัก	กุหลาบวิทยา	สัมพันธวงศ์
เฮนเฮส์เนมโมเรียล	บางรัก	กุหลาบวัฒนา	สัมพันธวงศ์
พระมหาไถ่ศึกษา	ปทุมวัน	เซนต์เทเรซา	หนองจอก
สตรีจุลนาค	ป้อมปราบศัตรูพ่าย	บำรุงวิชา	คลองสาม
โกวิทธารง	พญาไท	ภาษาอนุสรณ์ ธนบุรี	คลองสาม
กิตติคุณวิทยา	พญาไท	ศิริธศึกษา	คลองสาม
รุจิเสรีวิทยา	พญาไท	ช่างศาตร์ศึกษา	ธนบุรี
เรวดี	พญาไท	มณีวิทยา	ธนบุรี
สวนบัว	พญาไท	ธนบุรีศึกษา	บางขุนเทียน
สตรีประเทืองวิทย์	พญาไท	สตรีจารุพัฒน์อนุกุล	บางกอกใหญ่
สัถยสงวนวิทยา	พญาไท	เสสสะเวชวิทยา	บางกอกใหญ่
ภักดีวิทยา	พระโขนง	เทพกาญจนา	บางกอกน้อย
วรรณวิทย์	พระโขนง	นฤมลทิน ธนบุรี	บางกอกน้อย
วัฒนาวิทยาลัย	พระโขนง	บางอ้อศึกษา	บางกอกน้อย
ศุภกรณ์วิทยา	พระโขนง	บูรณวิทย์	บางกอกน้อย
สรพรุธรวิทยา	พระโขนง	พัฒน์วิทย์	บางกอกน้อย
แสงหิรัญ	พระโขนง	ขจรโรจน์วิทยา	ราษฎร์บูรณะ

โรงเรียนเอกชนชนากลาง

(ต่อ)

โรงเรียน	เขต	โรงเรียน	เขต
อรรถวิทย์	พระโขนง	โรจนนิมิต แผนกมัธยม	ราษฎร์บูรณะ
กุศลิน	พระโขนง	สมรรถภาพวิทยา	ราษฎร์บูรณะ
เทเวศน์วิทยาลัย	พระนคร	กลวิทยา	ห้วยขวาง
กัลยานุเคราะห์	ยานนาวา	พร้อมพรรณวิทยา	ห้วยขวาง
ไตรรัตน์ศึกษา	ยานนาวา	แม่พระฟาติมา	ห้วยขวาง
นิพัทธ์วิทยา	ยานนาวา	สตรีจันทน์วิทยา	ห้วยขวาง

โรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก

โรงเรียน	เขต	โรงเรียน	เขต
กรุงเทพศึกษา	ดุสิต	สตรีหัดสิงห์เสนี	ป้อมปราบศัตรูพ่าย
คอนเซ็ปชัน	ดุสิต	กนิษฐวิทยาลัย	พญาไท
จิตรลดา	ดุสิต	ธารงวิทย	พญาไท
ชูธรรมานุสรณ์	ดุสิต	วัฒนศิลป์วิทยาลัย	พญาไท
นันทนศึกษา	ดุสิต	ขจรศึกษา	พระโขนง
ประชาราษฎร์พิทยาล	ดุสิต	คริสต์ธรรมศึกษา	พระโขนง
พันธะศึกษา แผนกมัธยม	ดุสิต	เจริญวุฒิวิทยา	พระโขนง
พรศรีวิทยายางโพ	ดุสิต	เฉลิมสาส์นศึกษาบางนา	พระโขนง
วชิราวุธวิทยาลัย	ดุสิต	ท่าเรือวิทยา	พระโขนง
สรรพาวุธบำรุง	ดุสิต	บพิตรวิทยา	พระโขนง
สตรีเนติศึกษา	ดุสิต	ประสานมิตรวัฒนา	พระโขนง
ปัฐวิกรณ์วิทยา	บางกะปิ	พงษ์เวชอนุสรณ์	พระโขนง
ประชาชื่นวัฒนา	บางเขน	พิพัฒน์	พระโขนง
ปทุมณีเวศน์	บางเขน	พระโขนงวิทยา	พระโขนง
แมนัสร์พิทยาลัย	บางเขน	มูลนิธิวัชรราษฎร์ศรีท้าวธรรม	พระโขนง
ระเบียบศึกษา	บางเขน	วัฒนาศึกษา	พระโขนง
วรนาถวัฒนา	บางเขน	สยามวิทยา	พระโขนง
สารินันท์ศึกษา	บางเขน	แอ๊ดแวนทีสเอคมัย	พระโขนง
กรุงเทพวิทยา	บางรัก	ตะละภักศึกษา	พระนคร
สัจจพิทยา	บางรัก	ภาควิทยาลัย	พระนคร
สว่างวัฒนา	บางรัก	แสนยานุกรวิทยา	พระนคร
อาทรศึกษา	บางรัก	สตรีวรรณ	พระนคร

โรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก

(ต่อ)

โรงเรียน	เขต	โรงเรียน	เขต
ศึกษาพัฒนา	ปทุมวัน	ตรอกจันทน์วิทยา	ยานนาวา
ไทยประสาธวิทยา	ป้อมปราบศัตรูพ่าย	ทวีพัฒนา	ยานนาวา
บัณฑิตวิทยา	ป้อมปราบศัตรูพ่าย	เบญจวรรณศึกษา	ยานนาวา
สมาคมศึกษาวิทยา	ป้อมปราบศัตรูพ่าย	พระแม่สงเคราะห์	ยานนาวา
มูลนิธิสตรีไทยมุสลิม	ยานนาวา	กิลพัฒนา	ยานนาวา
อิสสระปิยะวิทยาลัย	ยานนาวา	พณิชยวิทยาลัย แผนกสามัญ	ยานนาวา
มาเรียลัย	ลาดกระบัง	หนองจอกพิทยานุสรณ์	หนองจอก
เลิศศิลป์พิทยฯ	คลองสาน	สตรีวุฒศึกษา	คลองสาน
พัฒนศึกษา	ธนบุรี	ศิริรักษ์วิทยา	ธนบุรี
สตรีกุลลาบทนบุรี	ธนบุรี	แสงอรุณ	ธนบุรี
ไพศาลศิลป์	บางขุนเทียน	เลิศพัฒนาศึกษา	บางขุนเทียน
แม่พระประจักษ์	บางขุนเทียน	วิบูลย์เสรีวิทยา	บางกอกใหญ่
บางยี่ขันสงเคราะห์	บางกอกน้อย	มงคลวิจิตรวิทยา	บางกอกน้อย
แสงศึกษา	บางกอกน้อย	อานันทวิทยา	บางกอกน้อย
ชาญกิจวิทยา	ภาษีเจริญ	นิรนาทวิทยา	ภาษีเจริญ
อานวยศิลป์ ธนบุรี	ภาษีเจริญ	จันทวงศ์วิทยา	ห้วยขวาง
ถาวรวิทยาการ	ห้วยขวาง	ชาญวิทย์	ห้วยขวาง

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน เขตกรุงเทพมหานคร
ที่สอนโดยการสาธิตการทดลอง กับ การปฏิบัติการทดลอง

บทคัดย่อ

ของ

รัชณี ศาสตร์บุรณศิลป์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

พฤษภาคม 2531

การศึกษากันคว่ำครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียน
เอกชนที่มีขนาดต่างกัน เขตกรุงเทพมหานคร ที่สอนโดยการสาธิตการทดลองกับการปฏิบัติการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษากันคว่ำครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียน
ที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จากโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ จำนวน 60 คน โรงเรียนเอกชน
ขนาดกลาง จำนวน 60 คน และโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก จำนวน 60 คน แต่ละโรงเรียน
แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน กลุ่มทดลอง
สอนโดยการสาธิตการทดลอง กลุ่มควบคุมสอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ใช้แบบแผนการทดลอง
แบบ 2×3 Factorial Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Two - way Analysis
of Variance

ผลของการศึกษากันคว่ำพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ไม่แตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในโรงเรียนเอกชนขนาดกลาง ไม่แตกต่างกัน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในโรงเรียนเอกชนขนาดเล็ก ไม่แตกต่างกัน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARISON ON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENCE
PROCESS SKILLS OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS IN
DIFFERENT SIZED BANGKOK PRIVATE SCHOOLS TAUGHT
BY DEMONSTRATION AND EXPERIMENTAL METHODS

AN ABSTRACT

BY

RACHANEE SARTBOORANASIL

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

November 1988

The purpose of this study was to compare science learning achievement and science process skills of Mathayom Suksa II students, in different sizes of Bangkok private schools, taught by demonstration and experimental methods.

The subjects were Mathayom Suksa II students during the first semester of the academic year 1988. There were 60 students from large size private school, 60 students from middle size private school and 60 students from small size private school. The subjects were divided into two group, of 30 students in the experimental group and 30 students in the control group. The experimental group was taught by demonstration method. The control group was taught by experimental method. The 2 x 3 factorial design was used in the study. Two - way analysis of variance was used for the data analysis.

The results of this study were as follows :

1. The science learning achievement and science process skills of the experimental and control group in large size private school were not significantly different.
2. The science learning achievement and science process skills of the experimental and control group in middle size private school were not significantly different.
3. The science learning achievement and science process skills of the experimental and control group in small size private school were not significantly different.
4. The science learning achievement and science process skills of students in different sizes private schools were significantly different at the .01 level.

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นามราชันี	ชื่อสกุล ศาสตรบุรณศิลป์
เกิดวันที่ 28	ตุลาคม พุทธศักราช 2492
สถานที่เกิด	อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	5/453 หมู่บ้านประชาณีเวศน์ 2 ตำบลบางตลาด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี
ตำแหน่งปัจจุบัน	ศึกษานิเทศก์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2523 ป.ศ.สูง. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูสวนสุนันทา
- พ.ศ. 2526 กศ.บ. (วิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา
- พ.ศ. 2531 กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร