

504.12
๕๕๑๗๓

การศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์
กับแนวการสอนของ สสวท.

- 6 ต.ค. 2536



ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ประกาศคุณูปการ

ในการทำวิจัย เรื่องการศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนของ. สสวท.

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณลัดดา สายพานทอง คุณอรารักษ์ อยุ่สุข คุณอรุณี เมฆาธร คุณรัชนี บุญเรือง คุณสุนีย์ ขวัญศิริ คุณเอมอร กิตติภักเมธา คุณบุญสม เลิศนิเชษฐ์ คุณอบล ศรีน้อง คุณสนธยา รามัญอุดม และคุณแววตา ตันวัฒนกุล ที่ช่วยงานด้านการจัดพิมพ์รายงานการวิจัยนี้ อย่างเรียบร้อย สมบูรณ์ทุกขั้นตอน

คุณค่าใด ๆ ที่อาจมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอ มอบให้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และงานสร้างสรรค์ทางวิชาการต่อไป

ชติมา วัฒนาศิริ

ผู้วิจัย

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทนำ
	ภูมิหลัง
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า
	นิยามศัพท์เฉพาะ
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
	เอกสารเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
	เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แนวคิดวิจัย เกี่ยวกับการแก้ปัญหา
	งานวิจัยเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
	งานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึก
	งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
	สมมติฐานในการศึกษา

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	70
	ประชากร	70
	กลุ่มตัวอย่าง	70
	วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง	70
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	71
	เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	71
	แบบแผนการวิจัย	71
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	72
	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	72
	สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน	81
4	การวิเคราะห์ข้อมูล	82
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	82
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	82
5	สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	85
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	85
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	85
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	85
	การวิเคราะห์ข้อมูล	87
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	87
	อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	87
	ข้อเสนอแนะ	91

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึก กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.	81
2 เปรียบเทียบความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	83
3 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	84
4 คะแนนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเลือก เสรี ว 014 เรื่อง เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียน...	112
5 คะแนนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาเลือก ว 014 เรื่อง เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	114
6 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชาเลือก เสรี ว 014 เรื่อง เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียน	117
7 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชาเลือก เสรี ว 014 เรื่อง เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและ ควบคุม	119

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	33
2 แสดงความสำคัญของการทดลองที่มีต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	35



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในสภาพปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะทำให้ประเทศมีความเจริญรุ่งเรือง มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านต่าง ๆ อย่างมากมาย เช่น การติดต่อสื่อสาร การคมนาคม การแพทย์ การศึกษา เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรฝึกให้เด็กคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและความก้าวหน้าทางวิชาการในการเรียนการสอน ผู้ที่กำหนดเนื้อหาไว้มากย่อมก่อให้เกิดปัญหาในการนำไปใช้ เพราะทำให้ไม่สามารถเน้นกระบวนการสอนที่มุ่ง ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (เอกวิทย์ ฌ กลาง 2530 : 21) จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการปรับปรุงแนวทางการจัดการศึกษาใหม่ เพื่อให้พัฒนาผลเมืองของประเทศ ได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพความต้องการของประเทศในอนาคต (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2532 : 6) โดยเฉพาะความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตมาก เพราะการที่บุคคลจะอยู่รอดในสังคมปัจจุบันจะต้องเป็นผู้มีประสิทธิภาพ รู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหาไม่เชื่อในสิ่งที่มองหายจากการติดตาม การเรียนการสอนของครูในสถานศึกษาพบว่ายังเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มากเท่าที่ควร เนื่องจากครูมีปัญหาและอุปสรรค ในเรื่องการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลให้นักเรียนขาดโอกาสในการเรียนรู้ด้วยตนเอง X และในขณะเดียวกันการทำโครงการวิทยาศาสตร์มักเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตร เพื่อใช้แสดงในงานของนักเรียน หรือส่งเข้าประกวด (นันทิยา บุญเคลือบ. 2528 : 46) นักเรียนควรได้รับการฝึกให้เป็นคนคิดอย่างมีเหตุผลฝึกค้นคว้าทดลอง อย่างเป็นระบบมีขั้นตอน ฝึกแก้ปัญหด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2531 : 2-3) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูต้องมุ่งเน้นพัฒนาความสามารถด้านทักษะกระบวนการและด้านความคิดของนักเรียนเพื่อเป็นการตอบสนองต่อความต้องการของหลักสูตรซึ่งประเทศไทยยังต้องการนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร และช่างเทคนิคต่าง ๆ อีกจำนวนมากโดยคาดหวังว่าจะก้าวหน้าไปสู่โลกของวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี เพื่อการพึ่งพาตนเอง และได้ใช้ความสามารถแต่ละบุคคลเต็มตามศักยภาพ (พัชรา เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา. 2532 : 5) จากผลการวิจัยสังเคราะห์หลักสูตรมัธยมศึกษา ตอนต้น 2521 ของกรมวิชาการ (กรมวิชาการ. 2532 : 336-352) พบว่าครูผู้สอนยึดเนื้อหา และยึดหนังสือเรียนมากเกินไป โดยสอนเป็นเนื้อหามากกว่าทักษะกระบวนการต่าง ๆ อันได้แก่ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดที่จะนำไปสู่การแสวงหาความรู้ และยังพบว่าใน การจัดกิจกรรมการสอนไม่ใช้กิจกรรมและเทคนิควิธีการสอนหลากหลายวิธี ไม่นิยมใช้สื่อประกอบการ เรียนการสอนตลอดจน ไม่นำนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ ทำให้การจัดกิจกรรมการสอน ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ เป็นเหตุให้นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นขาดความรู้และทักษะพื้นฐานขาดการคิด วิเคราะห์อย่างมีระเบียบวิธีการและขาดความคิดสร้างสรรค์ การจัดสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ของหลักสูตรใหม่มีแนวโน้มที่จะสร้างบรรยากาศในการเรียนวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียน เกิดความรัก ความสนใจ และมีความสนุกในการเรียนเพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นคุณค่า และตระหนัก ในบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตตลอดจนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักคิดเป็นเหตุเป็นผล ดังนั้นในกิจกรรมการเรียนการสอนจึงเปิดกว้างให้สามารถเสาะแสวงหา นวัตกรรมทางการศึกษาอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากวัสดุหลักสูตรที่ สสวท. เสนอแนะ เช่น ภาพยนต์ วิดีโอ ชุดการเรียน แบบฝึก ฯลฯ มาช่วยเสริมสร้าง และพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตาม จุดมุ่งหมาย จึงเป็นบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญของผู้สอนจำเป็นต้องติดตามสื่อการสอนใหม่ ๆ อยู่ เสมอเพื่อให้การสอนทันสมัย และดึงดูดความสนใจ ของนักเรียน ให้มีความอยากรู้อยากเห็น และอยากค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

การทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตร มีการจัดกิจกรรมต่อเนื่อง และ ดำเนินงานหลายขั้นตอน ได้แก่ การคิด หัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงการ การลงมือทำโครงการ การเขียนรายงาน และการแสดงผลงาน นักเรียนจะได้รับความรู้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง มีประสบการณ์จากการปฏิบัติ พัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนพัฒนาความคิด การดำเนินงานอย่างมีระบบเพื่อ แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ มีลักษณะนิสัยที่เอื้อต่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ความเข้าใจ พัฒนาเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า (ธีระชัย ปุณณิชาติ. 2531 : 3)

จากสภาพและแนวคิดดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเปรียบเทียบกับแนวการสอนของ สสวท.

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

ความสำคัญของศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมในวิชาเลือกเสรี รหัสวิชา ว 014 เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้ ตลอดจนเป็นประโยชน์ในการสร้างและใช้แบบฝึกประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขอบเขตของศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 ที่เลือกเรียนวิชา ว 014 เป็นวิชาเลือกจำนวน 6 ห้องเรียน 289 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 จำนวน 50 คน จากนักเรียน 6 ห้องเรียนที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี รหัสวิชา ว 014 เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์โดยการจับคู่เรียงตามลำดับคะแนน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า การทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555
ใช้เวลาในการทดลอง กลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์รหัส ว 014 เริ่ม
ต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรครูของสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 4.1 การเรียนรู้การทำงานของนักวิทยาศาสตร์
- 4.2 กิจกรรมวัดผลตก
- 4.3 จะแก้ปัญหาได้อย่างไร
- 4.4 การวิเคราะห์โครงงาน
- 4.5 เริ่มต้นโครงงานวิทยาศาสตร์
- 5. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่
 - 5.1.1 การสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 5.1.2 การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.
 - 5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 5.2.1 ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อตอบข้อสงสัยหรือปัญหาที่พบตามความสนใจและระดับความรู้ความสามารถของ
นักเรียนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเป็นโครงงานเพื่อเป็นแนวทางการศึกษาต่อ
มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางไว้ ภายใต้การแนะนำปรึกษาช่วยเหลือและดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษา

2. แบบฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
ประกอบด้วยกิจกรรมในส่วนที่เป็นความรู้ สถานการณ์ และคำถามโดยกำหนดให้นักเรียนปฏิบัติ
กิจกรรมตามขั้นตอนการฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ดังนี้

2.1 ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในด้านทักษะเพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้และพัฒนาการทางสติปัญญา

2.2 ศึกษาสถานการณ์ เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนกำหนดปัญหา หรือหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2.3 แสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน พิสูจน์หรือทดลอง สรุปผลและการนำความรู้ไปใช้

2.4 ฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนตอบข้อสงสัยหรือปัญหาที่พบตามความสนใจ

3. การสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

3.1 ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

3.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.1.2 นักเรียนศึกษาเนื้อหาและสถานการณ์ในแบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

3.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

3.3 ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

3.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

3.3.3 นักเรียนฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์

4. การสอนตามแนวการสอนของ สสวท. หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในวิชาวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นกับโครงการวิทยาศาสตร์ ว 014 ชั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

4.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา

4.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐานของกิจกรรมและวิธีปฏิบัติ

กิจกรรม

4.1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อควรระวังและข้อผิดพลาดที่จะ

เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม

4.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบเรียน

4.3 ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

4.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้

ใหม่

4.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้

ในชีวิตประจำวัน

5. ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยความซื่อสัตย์สุจริต ความคล่องแคล่ว ในการคิดและการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 13 ทักษะดังนี้

5.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนดังนี้

5.1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยไม่ใส่ความคิดเห็นลงไป

5.1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

5.1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

- 5.2 ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนดังนี้
- 5.2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
 - 5.2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
 - 5.2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
 - 5.2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อนุภาค ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
 - 5.2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้
- 5.3 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนดังนี้
- 5.3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
 - 5.3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
 - 5.3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้
- 5.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนดังนี้
- 5.4.1 ระบุรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
 - 5.4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้
 - 5.4.3 บอกชื่อของรูปหลายรูปทรงทางเรขาคณิตได้
 - 5.4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้
 - 5.4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้
 - 5.4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศของอีกวัตถุหนึ่ง
 - 5.4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้
- 5.5 ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนดังนี้
- 5.5.1 การนับ ได้แก่ นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้องและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
 - 5.5.2 การคำนวณ ได้แก่ บอกวิธีคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้องและแสดงวิธีคิดคำนวณได้

ผู้เรียนดังนี้

5.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถของ

- 5.6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 5.6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 5.6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- 5.6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 5.6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัด
จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
- 5.6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมาย
ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

5.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่
อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์
เดิมมาช่วยได้

5.8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนดังนี้

- 5.8.1 การพยากรณ์ทั่วไปคือ ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ
กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
- 5.8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณคือ
 - ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
 - ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

5.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่ทำคำตอบล่วงหน้า
ก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมได้

5.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่
กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

5.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่ชี้บ่ง
และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

5.12 ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนดังนี้

5.12.1 ออกแบบการทดลองโดย

- กำหนดการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึง
ตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย
- ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

5.12.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

5.12.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

5.13 ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถของผู้เรียน

บุคคลดังนี้

5.13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

5.13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

6. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมด้านความรู้

ความคิดของบุคคลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามขั้นตอนของเวียร์ (Weir, 1974) และเมื่อนักเรียนตอบแบบทดสอบได้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

6.1 นิยามหรือระบุปัญหาได้ หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด

6.2 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาได้ หมายถึง ความสามารถในการบอกได้ว่าสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหาคืออะไร จากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ที่กำหนด

6.3 สามารถกำหนดวิธีเพื่อแก้ปัญหาได้ หมายถึง ความสามารถในการหาข้อมูลข้อเท็จจริงเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

6.4 วิเคราะห์ผลที่เกิดจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้น หมายถึง ความสามารถในการอภิปรายว่า ผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้มากน้อยเพียงใด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
2. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก
3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบฝึก
3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงงานวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์

สถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่าน (กระทรวงศึกษาธิการ.

2533: 5 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2529 : 1-2 ; สมาคม
วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย 2529 : 1 ; นันทิยา บุญเคลือบ. 2528 : 46 ; ปัญญา
และอรรถศิษฐ์

2527 : 356 ; เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชั้น 2529 : 10 ; อธิระชัย ปุณฺณโชติ 2531 : 1 ; จิตรพรรณ แสงหล้า 2532 : 9) ให้ความหมายโครงการวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามความถนัดหรือความสนใจ นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การแนะนำปรึกษาช่วยเหลือและดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษาหรือผู้ทรงคุณวุฒิ โครงการวิทยาศาสตร์อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ รวมทั้งสามารถดำเนินกิจกรรมได้ทั้งในและนอกบริเวณโรงเรียน ซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้

สำหรับซีมัวร์ เอช ฟอว์เลอร์ (Seymour H. Fowler. 1964 : 91-94) ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการศึกษาโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์โดยเขียนเป็นโครงการ เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาต่อและมีการปฏิบัติตามแนวทางที่วางไว้เพื่อให้โครงการสัมฤทธิ์ผล

สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์หมายถึง การศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อตอบข้อสงสัยหรือปัญหาที่พบตามความสนใจและระดับความรู้ความสามารถของนักเรียนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เขียนเป็นโครงการเพื่อเป็นแนวทางการศึกษาต่อ มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางไว้ภายใต้การแนะนำปรึกษาช่วยเหลือและดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษา เป็นกิจกรรมที่สามารถทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลได้

หลักการของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

สำหรับหลักการที่สำคัญของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือความจริงและการนำไปใช้ประโยชน์ซึ่ง หมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ต้องยึดหลักความจริงที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ (Fowler. 1964 : 91-93)

2. คำนิยามถึงเสรีภาพและเศรษฐกิจ หมายถึง การให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงการในเรื่องที่จะทำโดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และเงินทุนที่มีอยู่เป็นองค์ประกอบ (Fowler. 1964 : 91-93)

3. เป็นการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Fowler. 1964 : 91-93) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530 : 4 ; อธิระชัย ปุณฺโฑติ. 2531 : 1-2)

4. การทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มุ่งฝึกให้นักเรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาด้วยตนเองมิได้เน้นการส่งเข้าประกวดเพื่อรับรางวัล (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530 : 4) เห็นพ้องกันว่า โครงงานวิทยาศาสตร์ แบ่งออกได้ 4 ประเภทดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 โครงงานประเภทการสำรวจ (Survey Research Project)

เป็นกิจกรรมการศึกษาและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่หรือ เป็นอยู่ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมา จัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ไม่ต้องมีการจัดหรือกำหนดตัวแปรอิสระ อาจทำได้ หลายลักษณะ เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การจำลองธรรมชาติเพื่อสังเกตและศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ

ตัวอย่างโครงงาน การสะสมผีเสื้อ โดยบอกรายละเอียดที่อยู่อาศัย การวิเคราะห์ชนิดหรือปริมาณของสิ่งเจือปนในอาหาร เป็นต้น

4.2 โครงงานประเภทการทดลอง (Experimental Research Project)

เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่งโดยการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอนของการทำโครงงาน ประเภทนี้ ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ซึ่งจะต้อง มีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาแล้วดำเนินการทดลองโดย จัดกระทำกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตาม การแปรผลและสรุปผลการ ทดลอง

ตัวอย่างโครงงานประเภททดลอง ได้แก่ การศึกษาอิทธิพลของแสงสีต่าง ๆ ต่อการ เจริญเติบโตของพืชบางชนิด การศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนเพศชายในไก่ตัวเมีย เป็นต้น

ส่วน Sherburne (1975 : 9) แยกโครงการประเภทการทดลองออกเป็น 2 ประเภท คือ โครงการประเภทการทดลองเพื่อแก้ปัญหาบางอย่างโดยไม่ต้องควบคุมตัวแปร กับโครงการประเภทการทดลองที่ต้องมีการควบคุมตัวแปรที่สำคัญ

4.3 โครงการประเภทการพัฒนาหรือประดิษฐ์ (Developmental Research Project or Invention) โครงการประเภทนี้เป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ใช้งานได้ตามประสงค์ โดยอาศัยความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ และประยุกต์อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยมีมาก่อนหรือการปรับปรุงอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิม รวมทั้งเป็นการเสนอหรือสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง

ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ ได้แก่ การประดิษฐ์กลจักร 3 พลัง เครื่องชั่งแรงดันน้ำ เป็นต้น

4.4 โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (Theoretical Research Project) เป็นโครงการที่เสนอแนวความคิดใหม่ ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีสนับสนุน หรือหากเป็นการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจเสนอในรูปอธิบายสูตร หรือสมการโดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุน การทำโครงการประเภทนี้ ผู้ทำจะต้องมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดีจะต้องศึกษาค้นคว้าเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมากจึงจะสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้

ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ ได้แก่ ทฤษฎีตัวนำยิ่งยวด ซึ่ง สุกส์น์ ยกส์มัน เป็นผู้ค้นพบ เป็นต้น

ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอนใหญ่ ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2520 : 9-20 ; อีระชัย ปุณฺโฑติ. 2531 : 29-39 ; Kalar. 1976 : 72 และ Gupta. 1981 : 29)

1. การคิดและเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา เป็นขั้นตอนลำดับแรกของการทำโครงการ จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2531 : 1) และยากที่สุด (Vandermann และ Parfitt. 1965 : 14) หัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษานั้นควรให้นักเรียนเป็นผู้คิดและเลือกด้วยตนเองซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนอันอาจสืบเนื่องจากความสงสัย การเรียนในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนหรือจากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว การอภิปรายซักถามร่วมกับคนอื่น ๆ เช่น ครู เพื่อน ๆ หรือการอ่านหนังสือ หรือการไปทัศนศึกษานอกสถานที่ การฟังการบรรยายทางวิชาการในโอกาสต่าง ๆ รวมทั้งจากรายการวิทยุโทรทัศน์การชมงานแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ งานอดิเรก หัวเรื่องควรมีลักษณะเฉพาะเจาะจงและมีความแปลกใหม่

ข้อควรคำนึงเกี่ยวกับการคัดเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์คือ

- 1.1 เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน
- 1.2 เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน
- 1.3 วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้
- 1.4 งบประมาณเพียงพอ
- 1.5 ระยะเวลาที่ใช้ทำโครงการ
- 1.6 มีอาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิรับเป็นที่ปรึกษา
- 1.7 ความปลอดภัย
- 1.8 มีแหล่งความรู้หรือเอกสารเพียงพอที่จะค้นคว้า

2. การวางแผนในการทำโครงการ ขั้นตอนนี้เป็นการวางแผนในการทำโครงการ รวมถึงการจัดทำโครงร่างหรือเค้าโครงร่างของโครงการซึ่งต้องมีการวางแผนหรือวางรูปโครงการไว้ล่วงหน้า เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างรัดกุมและรอบคอบไม่ลืมน

การวางแผนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- 2.1 ชื่อโครงการ
- 2.2 ชื่อผู้ทำโครงการ
- 2.3 ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

- 2.4 ที่มาและความสำคัญของโครงการ
- 2.5 จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
- 2.6 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)
- 2.7 การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม (ถ้ามี)
- 2.8 นิยามตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หรือคำอื่น ๆ ที่ควรทราบในสมมติฐานให้ชัดเจน
- 2.9 วิธีดำเนินการ ซึ่งได้แก่
 - แนวทางในการศึกษาค้นคว้า
 - วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้
 - วิธีการทดลอง
 - การวางแผนปฏิบัติงานซึ่งควรกำหนดระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอน
- 2.10 ผลที่คาดว่าจะได้รับ
- 2.11 เอกสารอ้างอิง (ถ้ามี)

ในการวางแผนทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องเขียนโครงร่างหรือเค้าโครงของโครงการเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอความเห็นชอบและคำแนะนำปรึกษา

3. การลงมือทำโครงการ เป็นการปฏิบัติตามแผนดำเนินงานที่วางไว้ล่วงหน้าแล้ว ควรปฏิบัติตามขั้นตอนโครงร่างหรือเค้าโครงที่ผ่านการเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ซึ่งประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ การปฏิบัติการทดลอง การค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ โดยคำนึงประเภทโครงการเป็นเกณฑ์ การลงมือทำโครงการนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากแผนที่วางไว้ หากเป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่อทำให้ผลงานดีขึ้นหรือเป็นการแก้ปัญหาที่คาดไม่ถึง การลงมือทำโครงการควรเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ให้พร้อม ทำการทดลองให้รอบคอบ พร้อมกับบันทึกข้อมูลทุกครั้ง โดยคำนึงถึงความประหยัดและความปลอดภัย หากเป็นไปได้ โครงการประเภททดลองควรมีการทดลองซ้ำ หรือถ้าเป็นสิ่งประดิษฐ์ควรคำนึงถึงความคงทน แข็งแรง และขนาดที่เหมาะสม

ข้อควรคำนึง ควรให้นักเรียนเข้าใจและยอมรับว่า ความสำเร็จของโครงการ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับผลการทดลองที่ได้ตรงกับความคิดหวัง แม้ผลการทดลองที่ได้จะไม่เป็นไปตามที่คาดหวังก็ถือว่ามีความสำเร็จในการทำโครงการนั้นเหมือนกัน

4. การเขียนรายงาน การเขียนรายงานเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจแนวความคิด วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ๆ และตรงไปตรงมา โดยมีหัวข้อซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 17-18) และ Kennedy , Newkirk และ Tankovich (1983 : 34) ได้เสนอว่า การเขียนรายงาน ควรมีหัวข้อต่อไปนี้ ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ บทคัดย่อ จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐาน วิธีดำเนินการอธิบายขั้นตอน ผลการศึกษาค้นคว้า นำเสนอข้อมูล สรุป และข้อเสนอแนะ คำขอบคุณ เอกสารอ้างอิง

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอเพิ่มอีก 2 หัวข้อคือ ชื่อที่ปรึกษา และที่มาและความสำคัญของปัญหาส่วน Kennedy , Newkirk และ Tankovich (1983 : 34) ได้เสนอเพิ่มเติมอีก 1 หัวข้อคือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรุปได้ว่า การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์นั้น อาจมีหัวข้อย่อยแตกต่างกันบ้าง แต่สิ่งที่ผู้เขียนควรคำนึงถึง คือ การเขียนรายงานควรมีความชัดเจน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและครอบคลุมประเด็นที่สำคัญทั้งหมด

5. การแสดงผลงาน การแสดงผลงานเป็นขั้นสุดท้ายและสำคัญ เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จลงแล้วด้วยความเพียรพยายามของผู้ทำโครงการให้คนอื่นได้รับรู้ และเข้าใจถึงผลงาน อาจกระทำได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการ ซึ่งเป็นการจัดแสดงให้ผู้อื่นทราบถึง กระบวนการและขั้นตอนต่าง ๆ ของการศึกษาค้นคว้าอาจมีอุปกรณ์และเครื่องมือภาพ และแผนภูมิประกอบการอธิบาย อาจมีการสาธิตประกอบหรืออาจจัดแสดงในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การรายงานปากเปล่า ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ จันทรชัย หลิงประยูร (2524 : 136) ที่กล่าวว่า การเสนอผลงานสามารถเสนอได้ 2 วิธี คือ เสนอด้วยการทดลอง และเสนอด้วยการบรรยาย

การแสดงผลงานการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อาจจัดทำได้หลายระดับ เช่น การจัดเสนอผลงานภายในชั้นเรียน การจัดนิทรรศการภายในโรงเรียน การจัดแสดงนิทรรศการในงานประจำปีของโรงเรียน การส่งผลงานเข้าร่วมประกวดในงานแสดงหรือประกวดในระดับต่าง ๆ เช่น ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษา ระดับชาติ เป็นต้น

แนวปฏิบัติในการสอนนักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณโฑติ (2531 : 15-16) ได้ให้แนวปฏิบัติในการสอนนักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ว่า ในการสอนนักเรียนให้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น สิ่งที่ครูควรปฏิบัติมีหลายประการดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
2. แนะนำให้นักเรียนรู้หลักการและวิธีการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
3. จัดกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสกับปัญหาหรือมองเห็นปัญหา
4. แนะนำแนวทางแก่นักเรียนในการเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
5. ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนดำเนินโครงงานวิทยาศาสตร์
6. อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
7. ติดตามการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกระยะและให้คำแนะนำ

ปรึกษาหรือช่วยเหลือเมื่อจำเป็น

8. ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์
9. ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงผลงานของตนต่อผู้อื่นในโอกาสและรูปแบบต่าง ๆ

ตามความเหมาะสม

10. ประเมินผลการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์

ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นแม้ว่าจะ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินงานเองทั้งหมด แต่บางครั้งก็ต้องขอความร่วมมือจากบุคคลฝ่าย และบุคคลที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง คือ

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ เพราะนอกจากจะเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแนะแนวทางให้กับนักเรียนแล้ว ยังมีส่วนช่วยกระตุ้นความสนใจ และเสริมกำลังใจแก่นักเรียนในระหว่างทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ด้วยซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 56-68) ได้กล่าวถึงบทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ ตามการปฏิบัติงานของนักเรียนเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. ระยะเริ่มต้น

เรื่องที่ยากที่สุดในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ คือการเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษาเพราะจะต้องเป็นเรื่องที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียนและมีแนวทางที่จะหาคำตอบได้ประสบการณ์ของครูจะช่วยให้เกิดแนวคิด และเกิดความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียน ฉะนั้นระยะเริ่มต้นจึงเป็นระยะที่สำคัญ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาจะต้องให้ความช่วยเหลือเป็นพิเศษ โดยอาจทำได้ดังนี้

- 1.1 กระตุ้นหรือเร้าความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
- 1.2 แนะนำวิธีทำโครงการงานและเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
- 1.3 จัดเอกสารและแนะแหล่งค้นคว้า เพื่อให้นักเรียนสำรวจความสนใจและ
- 1.4 จัดให้มับรรยายโดยวิทยากรในเรื่องที่นักเรียนสนใจหรือจัดศึกษานอก
- 1.5 ช่วยแนะนำในการวางเค้าโครงย่อและการวางแผนการทำงาน
- 1.6 ให้คำปรึกษาและดูความเป็นไปได้ของเค้าโครงย่อของโครงการงาน

ศึกษาเพิ่มเติม

สถานที่

2. ระยะที่นักเรียนทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

เมื่อตรวจแก้เค้าโครงย่อของโครงการงานวิทยาศาสตร์แล้ว อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ ควรปฏิบัติในหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 ชี้แจงการใช้ห้องปฏิบัติการหรือห้องที่นักเรียนทำงาน การใช้เครื่องมือการใช้อุปกรณ์สารเคมี การเลี้ยงสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้วย
- 2.2 ควรให้นักเรียนได้ฝึกเทคนิคปฏิบัติการบางอย่าง หรือฝึกทำการทดลองย่อย ๆ ที่ต้องใช้ในการทำโครงการงานนี้ก่อน เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ก่อนที่จะลงมือทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

2.3 ติดตามความก้าวหน้าของนักเรียนโดยดูจากแผนการทำงานและควรมีให้นักเรียนหาสมุดเฉพาะสำหรับจดบันทึกข้อมูลประจำวันไว้

2.4 ให้ความช่วยเหลือทางด้านวิชาการและปฏิบัติการ เมื่อนักเรียนมีปัญหาซึ่งบางครั้งอาจจะต้องติดต่อขอความช่วยเหลือ จากอาจารย์มหาวิทยาลัย หรือผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานอื่น

2.5 จัดให้นักเรียนได้พบปะและรวมกลุ่มเพื่อรายงานปากเปล่าโดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาช่วยอยู่ด้วย ซึ่งจะ เป็นวิธีหนึ่งในการช่วยแก้ปัญหาซึ่งกันและกัน

2.6 ให้กำลังใจแก่นักเรียนมิให้ท้อถอย เมื่อผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดหวังซึ่งอาจจะต้องมีการตั้งต้นทำใหม่ หรือทำซ้ำและควรกระตุ้นให้นักเรียนทำโครงการจนสำเร็จครบทุกขั้นตอน

3. ระยะสิ้นสุดการทำโครงการวิทยาศาสตร์

หัวข้อหรือปัญหาที่นักเรียนเลือกทำโครงการอาจมีความยากง่ายต่างกัน แต่ก็คงอยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งได้พิจารณาถึงความเป็นไปได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นแล้ว นอกจากนี้การได้วางแผนขั้นตอนการทำงานจะช่วยได้อย่างมาก เพราะในการทำโครงการมักจะมีปัญหาที่ไม่คาดคิดเกิดขึ้นเสมอ นักเรียนจะต้องทำการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลหลาย ๆ ครั้งก่อนที่จะแปลผลและลงข้อสรุปแล้วจึงเขียนรายงาน ฉะนั้นในช่วงนี้อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการอาจให้ข้อเสนอแนะช่วยเหลือดังนี้

3.1 จัดเวลาให้นักเรียนได้พบเพื่อเสนอผลการทดลองก่อนที่จะเขียนรายงาน

3.2 ตรวจสอบขั้นตอนในการเขียนรายงาน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และดูการใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

3.3 ประเมินผลโครงการโดยมีคณะกรรมการ เพื่อให้ใบรับรองหรือใบประกาศนียบัตรในการเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการให้กำลังใจนักเรียนในความอุตสาหะวิริยะทำงานจนเป็นผลสำเร็จ หรือเพื่อคัดเลือกไว้แสดงในกรณีที่จะนิทรรศการหรือการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน สมาคม หรือหน่วยงานต่าง ๆ หรือให้นักเรียนประเมินผลด้วยตนเองตามแบบที่กำหนด

3.4 การติดตามผล ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาอาจส่งเสริมโครงการที่น่าสนใจเป็นพิเศษโดยให้นักเรียนทำต่อ เพื่อเพิ่มพูนทักษะในการค้นคว้าต่อไป หรือโครงการที่ยังทำไม่สมบูรณ์ก็ควรนำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมให้เสร็จ

3.5 ในแต่ละปีการศึกษาควรมีการรวบรวมรายชื่อรายงานโครงการงานของนักเรียนไว้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำโครงการในปีต่อ ๆ ไป

การประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 22-24) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่ามี 2 ลักษณะ คือ

1. การประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนการสอนในกรณีที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับให้นักเรียนทราบว่าผลงานของตนเองคุณภาพเพียงใด มีข้อบกพร่องหรือข้อดีเด่นอะไรบ้างและเพื่อเก็บคะแนนไว้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนตลอดภาคหรือตลอดปีการศึกษา

2. กรณีที่ครูมิได้มอบหมายให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ แต่ส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงการตามความสมัครใจ ครูควรทำการประเมินผลการทำโครงการ โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

2.1 เพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ักเรียนเพื่อปรับปรุงการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของตนต่อไป

2.2 เพื่อคัดเลือกโครงการวิทยาศาสตร์ที่ดีไปแสดงหรือประกวดในที่ต่าง ๆ ในกรณีนี้ อาจประเมินผลโดยใช้คณะกรรมการของโรงเรียน หรือคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่โรงเรียนเชิญก็ได้

ในการประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีเกณฑ์ที่ควรพิจารณาให้คะแนนหรือประเมินคุณค่าของโครงการงานดังนี้

1. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความแปลกใหม่ของเรื่องที่ทำ วิธีการศึกษาค้นคว้า เครื่องมือหรือวัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงการงาน ฯลฯ ทั้งนี้ความแปลกใหม่ดังกล่าว หมายถึงความแปลกใหม่สำหรับระดับของนักเรียนผู้ทำโครงการงานเอง

2. ความถูกต้องและเหมาะสมของวิธีการศึกษาค้นคว้า หมายถึง ได้มีการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและเหมาะสมทั้งในการกำหนดปัญหาและขอบเขตของปัญหา การตั้งสมมติฐาน (ถ้ามี) การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง การวัดและการควบคุมตัวแปร การสรุปผลของการศึกษาค้นคว้า

3. การเขียนรายงานของโครงการงานและ/หรือการจัดแสดงโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความถูกต้องและความชัดเจนของการสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจโครงการงาน เช่น รายงานที่ได้เขียนขึ้นมีความถูกต้องครบถ้วนตามหลักของการเขียนรายงานโครงการงานเชิงใด การจัดแสดงโครงการงานวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้ชมเข้าใจโครงการงานที่ทำให้ตีพิมพ์ได้มีความชัดเจน สวยงาม และดึงดูดความสนใจเพียงใด

4. การอธิบายโครงการงานด้วยวาจา หมายถึง ความสามารถในการพูดอธิบาย และตอบข้อซักถามต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่วและเหมาะสม

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณค่าของโครงการงานวิทยาศาสตร์นี้ มีผู้ใช้แตกต่างกันไปบ้าง ในรายละเอียดแต่ในประเด็นหลัก ๆ แล้ว มีความคล้ายคลึงกัน การให้คะแนนแต่ละเกณฑ์นั้นก็อาจแตกต่างกันไป ซึ่งคณะกรรมการผู้ตัดสินการประกวดโครงการงานวิทยาศาสตร์ในแต่ละครั้งจะร่วมกันพิจารณาและประกาศให้ทราบโดยทั่วกัน แต่โดยทั่วไปแล้วเกณฑ์ที่มีน้ำหนักของคะแนนมาก ๆ มักจะเป็นเรื่องของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความถูกต้องเหมาะสมของวิธีการศึกษาค้นคว้า

สิ่งที่นักเรียนจะรู้จากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 30-31) ได้กล่าวถึงสิ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชา

นักเรียนจะได้รับความรู้ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ ผู้รู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ที่เป็นข้อค้นพบของการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้

ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้มีโอกาสใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การควบคุมตัวแปร การวัด การรวบรวมข้อมูล การจัดการทำข้อมูลและการแปลความหมายของข้อมูล การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง การสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้วยการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในทักษะต่าง ๆ เหล่านี้

3: ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา

จากการที่นักเรียนได้ลงมือศึกษาค้นคว้าทำโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยตลอดมีครูเป็นเพียงผู้ปรึกษาและแนะนำ ถ้านักเรียนได้มีโอกาสกระทำเช่นนี้หลาย ๆ ครั้ง นักจิตวิทยาการศึกษาเชื่อว่า นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ในกระบวนการดังกล่าว ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือกระบวนการแสวงหาคำตอบข้อปัญหาที่สงสัย จนทำให้สามารถปรับใช้กระบวนการดังกล่าวนี้กับปัญหาอื่น ๆ ได้ด้วย

4. เจตคติ

การที่นักเรียนได้มีโอกาสเลือกเรียนสิ่งที่ตนสนใจจะศึกษาเอง ได้ลงมือศึกษาค้นคว้าเองและค้นพบคำตอบของปัญหาด้วยตนเองเช่นนี้ จะทำให้นักเรียนเกิดความชอบและสนใจในวิชานั้น ๆ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้น การที่นักเรียนลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง จะค่อย ๆ พัฒนาเจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

2. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก

การฝึกเป็นกิจกรรมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเรียนการสอน ชาลนุชัย ลิวีตรังสิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์ (2523 : 144) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกว่า เป็นการ จัดสถานการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการสร้างแบบฝึกต้องคำนึงถึงหลักการสร้างจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก ลักษณะของแบบฝึกที่ดี ประโยชน์ของแบบฝึก หลักการนำไปใช้ ฯลฯ

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

สจวร์ต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์มรรย์ (2523 : 52-62) กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกไว้ว่าต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึก มีความคล่องตัวและสามารถทำได้ดีในทางตรงกันข้ามสิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมจะทำได้ไม่ดี

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความถนัด ความสามารถและความสนใจแตกต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปและควรมีหลาย ๆ แบบ

3. การจูงใจผู้เรียนโดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกแล้วช่วยยื้อยื้อให้อยากฝึกต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26-27) กล่าวว่าในการสร้างแบบฝึกต้องอาศัยหลักสำคัญหมายทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือการให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือการให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าการทำงานของตนเป็นอย่างไรแล้ว ยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. แรงจูงใจ (Motivation) ได้แก่การเรียนแบบฝึกจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกที่สั้นไปสู่แบบฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกหัดควรมีหลายรสและหลายรูปแบบตลอดจนมีภาพประกอบเรื่อง เพื่อเร้าความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

ฮาร์เรส (Hares. ม.ป.ป. : 93-94) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่าจะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียนและสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้และตอบสนองดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่จัดขึ้นนั้นต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกจากพิจารณาได้ว่าแต่ละแบบแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร
3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิด แต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร
4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทางความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึก
5. ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด

หลักในการสร้างแบบฝึก

นอกจากหลักจิตวิทยาที่ต้องคำนึงในการสร้างแบบฝึกแล้ว ได้มีนักการศึกษา เสนอหลักในการสร้างแบบฝึกเพิ่มเติมดังนี้

วรนาถ พ่วงสุวรรณ (2518 : 34-37) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบฝึกเพื่อให้ได้แบบฝึกที่ดีและสามารถจะนำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

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

บาร์เน็ตและคนอื่น (Barnet and Others. 1969 : 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกว่า แบบฝึกที่ดีควรมีข้อแนะนำ การใช้ควรให้มีตัวเลือกทั้งแบบตอบจำกัดแบบเสรี คำสั่งหรือตัวอย่างที่ยกมาเป็นข้อความหรือเป็นแบบฝึกที่ไม่ควรยาวเกินไปหรือยากแก่การเข้าใจ ถ้าต้องการให้ศึกษาด้วยตนเอง แบบฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบและให้ความหมายแก่ผู้ฝึกทำ

บัทส์ (Butts. 1974 : 85) เสนอหลักการสร้างแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยโดยคำนึงถึงความเหมาะสม

ของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. ประเมินผลจะประเมินผลก่อนเรียนหรือหลังเรียน

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา (2529 : 149-151) ได้เสนอหลักในการสร้างแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง ดังนี้

1. ให้บทเรียนมีหลัก คือ
 - 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้แล้วจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.2 เนื้อหาต้องเหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก
2. ให้แบบฝึกมีหลัก คือ
 - 2.1 แบบฝึกหัดนี้ต้องเกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
 - 2.2 มีคำชี้แจงง่าย ๆ และสั้น ๆ เพื่อให้เด็กเข้าใจ
 - 2.3 เรียงให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของความยากง่ายเพื่อให้เด็กมีกำลัง

ในทำ

2.4 แบบฝึกหัดน่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

2.5 ต้องมีความถูกต้อง ครูต้องควรพิจารณาให้ถี่ถ้วน อย่าให้มีข้อผิดพลาดได้

2.6 เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน แบบฝึกหัดที่กำหนดให้

นักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน ควรยากง่ายกว่ากัน นั่นคือ ควรมีแบบฝึกหัดให้มาก ๆ เด็กมีความสามารถมากจะได้ทำมาก

ลักษณะแบบฝึกที่ดี

ในการสร้างแบบฝึกสำหรับเด็ก มีองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

ริเวอร์ (River. 1968 : 97-105) กล่าวถึง ลักษณะของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ
ต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อการทดสอบ

2. แต่ละบทฝึก ควรใช้แบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น

3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว

4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว

5. แบบแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย

6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถให้สิ่งที่เรียนไปแล้วไปใช้ในในชีวิตประจำวันได้

ไพร์ตัน สุวรรณแสน (2517 : 189-190) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีดังนี้

1. เกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2. เหมาะสมกับระดับ วัย และระดับความสามารถของเด็ก

3. มีการชี้แจงสั้น ๆ ที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจวิธีทำได้ง่าย ๆ คำชี้แจงหรือคำสั่ง

จะต้องกระชับรัด

4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ให้เวลานานหรือเร็วเกินไป

5. เป็นที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถ

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2517 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำ แบบฝึกจะต้องมีลักษณะดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะสมกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาด้วยตนเอง

นิตยา ฤทธิโยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับ วัย หรือความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่ทำให้เด็กเข้าใจวิธีได้ง่าย
4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ใช่เวลานานหรือเร็วเกินไป
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาทักษะมาก เพ็ตตี (Petty. 1968 : 469-476) กล่าวได้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ
2. ช่วยเสริมทักษะทางการใช้ภาษา แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษาดีขึ้น แต่ต้องอาศัยการส่งเสริมและความเอาใจใส่จากผู้สอน
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถในการใช้ภาษาต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น

4. แบบฝึกช่วยเสริมให้ทักษะทางภาษาคงทนโดยกระทำดังนี้
 - 4.1 ฝึกทันทีหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ แล้ว
 - 4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง
 - 4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก
5. แบบฝึกที่ใช้จะเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
6. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่มนักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้เป็นแนวทางเพื่อ

ทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป

7. การให้นักเรียนทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ชัดเจนซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นได้ทันที
8. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกจากที่อยู่ในหนังสือเรียนจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่
9. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้แล้วเรียบร้อย จะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกแบบฝึกจากตำราเรียน ทำให้มีโอกาสฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่มากขึ้น
10. แบบฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอนลงทุนต่ำกว่าที่พิมพ์ในกระดาษไขทุกครั้งและผู้เรียนสามารถบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

หลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน

บัททส์ (Butts. 1974 : 2) ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าทำได้หรือไม่
3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกัน

หรือไม่

5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในรูปแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกันกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้วเพื่อศึกษาถึง

ปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

นอกจากนี้ เอ็ดเวิร์ด และเบอร์ไนซ์ (Edward and Bernice.

1948 : 53) ได้เสนอการฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) Edward and Bernice ได้นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานมาฝึกโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหา โดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาเหตุที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ

" ถ้า.....ดังนั้น....." และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้ โดยการวัด การสังเกต หรือการทดลอง อย่างใดอย่างหนึ่ง

× จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก สรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากแบบฝึกที่สร้างตามหลักการจะช่วยให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไปด้วยและจากหลักการดังกล่าวผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. เขียนโครงร่างของแบบฝึก
2. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึก
3. กำหนดกิจกรรมของแบบฝึก

× ในแต่ละกิจกรรมของแบบฝึกจะประกอบด้วยส่วนที่ให้ความรู้ ส่วนที่เป็นคำถามส่วนที่เป็นสถานการณ์ และ ส่วนที่ฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์

3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท.

ประวัติย่อของ สสวท. เป็นชื่อย่อของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า The Institute for the Promotion of Teaching Science & Technology สถาบันแห่งนี้สังกัดกระทรวงศึกษาธิการก่อตั้งเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2515 โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ

1. ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้ทุกระดับการศึกษา
2. ส่งเสริมวิธีการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับสถานศึกษาในประเทศไทย
3. ส่งเสริมให้มีความสัมพันธ์อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันระหว่างสถาบันต่าง ๆ ทั้งภายในและภาษาต่างประเทศเพื่อที่จะให้ผู้ชำนาญ และผู้มีประสบการณ์มาช่วยในการปรับปรุงหลักสูตร

จากวัตถุประสงค์ดังกล่าว สสวท. ได้มีผลงานให้ส่วนที่เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์หลายอย่าง เช่น ได้สร้างหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทุกวิชา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับที่กระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้อยู่ปัจจุบัน สร้างแบบเรียนวิทยาศาสตร์และคู่มือครูดังกล่าว ผลิตอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ จัดอบรมครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาทั่วประเทศ เพื่อให้เข้าใจการนำหลักสูตรใหม่ไปใช้ในโรงเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนี้ทางสถาบันยังได้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ตำราเรียน คู่มือครูและอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับใช้สอนในระดับอาชีวศึกษาด้วย

กล่าวโดยสรุปแล้ว สสวท. คือสถาบันพัฒนาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการนั่นเอง ปรัชญาและแนวความคิดของสถาบันจะมีผลต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอาชีวศึกษาเป็นอย่างมาก ฉะนั้นจึงเป็นการสมควรที่ครูวิทยาศาสตร์จะได้ศึกษาหลักการของ สสวท. ซึ่งจะกล่าวต่อไปนี้ (สวุพันธ์ นิยมคำ. 2534

หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. จากหนังสือของสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชื่อ "เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สาขา
วิทยาศาสตร์ทั่วไป ฉบับ มกราคม 2520 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้ไว้ดังนี้

1. กิจกรรมและลำดับขั้นของกิจกรรม

ในการสอนครั้งหนึ่ง ๆ สสวท. ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 4 อย่างเรียง
ตามลำดับ คือ

- การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งคำถาม
- การอภิปรายก่อนการทดลอง
- การทดลอง
- การอภิปรายหลังการทดลอง

การนำเข้าสู่บทเรียน สสวท. กล่าวว่า การที่จะดึงความสนใจของนักเรียนต่อ
การเรียนได้นั้น ครูจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือเร่งให้นักเรียนคิดสงสัยและสนใจอยาก
คำตอบ การที่นักเรียนไม่รู้คำตอบมาก่อนเป็นทางหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนอยากสืบเสาะหาคำตอบ
ดังนั้นในแบบวิธีเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรใหม่ จึงเขียนอยู่ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน การตั้ง
ปัญหากิจกรรมนั้นนี้ครูเป็นผู้อภิปรายตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก

การอภิปรายก่อนการทดลอง กิจกรรมขั้นนี้ สสวท. ไม่ได้อธิบายว่าจะทำอย่างไร
หรือมีการแนะแนวทางมากนักน้อยแค่ไหน เพียงใด

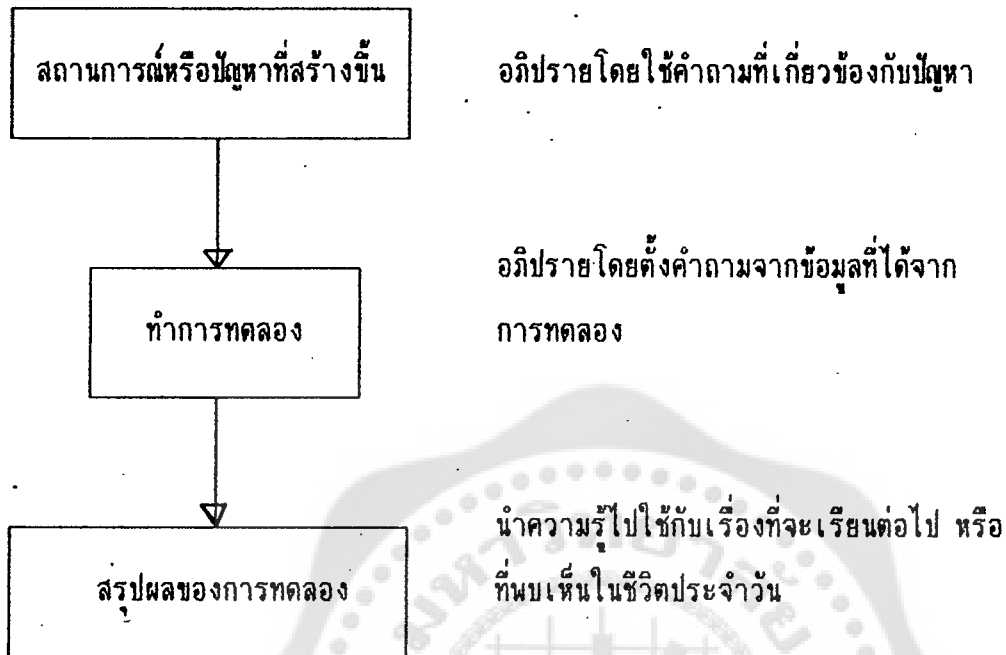
การทดลอง เป็นกิจกรรมหลักของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท.
นักเรียนจะต้องทำการทดลองภายหลังจากที่ได้มีการอภิปรายก่อนการทดลองแล้ว ในบางบทเรียน
ที่ไม่อาจจัดให้มีการทดลองได้ เพราะอุปกรณ์ในเรื่องนั้น ๆ หาได้ยากในประเทศ หรือมี
ราคาแพงหรือมีความปลอดภัยน้อย ครูก็อาจจะนำข้อมูลซึ่งเป็นผลการทดลองที่นักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ
ทำไว้แล้วมาให้นักเรียนศึกษา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดิม นั่นคือนักเรียนจะต้อง
แปลความหมายข้อมูลนั้นเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปถึงแนวความคิดหรือหลักการสำคัญของเรื่องนั้น ๆ

การอภิปรายหลังการทดลอง เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ก็จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา งานนั้นต่อไปหรืองานขั้นสุดท้ายของบทเรียนคือ การอภิปรายหลังการทดลอง กิจกรรมขั้นนี้ สสวท. อธิบายว่าครูต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ

คณะกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวง-มหาวิทยาลัย. 2525 : 116-120) กล่าวว่า วิธีสอนวิทยาศาสตร์มีหลายแบบ ทุกแบบมุ่งที่จะสอนให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีหนึ่งในหลายวิธี การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) ซึ่งมุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีนี้ มีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลองอาจแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง (โดยใช้สถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้น)
- การทดลอง
- การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้แนวแนวทางจังหวะที่เหมาะสม จะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ และงมงาย ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม แต่บางกรณีก็ไม่สามารถทำการทดลองในห้องเรียนได้ด้วยเหตุผลบางประการตามที่กล่าวมา เราอาจใช้ข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทดลองมาแล้วมาใช้ประโยชน์ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการอภิปราย เพื่อนำไปสู่การสรุปผลดังกล่าวข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามเราในฐานะผู้สอน อาจจะออกแบบหรือเสนอแนะให้นักเรียนทำการทดลองโดยใช้แบบจำลองจากของจริง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะนำไปสู่การอภิปรายสรุปผลการทดลองในที่สุดได้



ภาพประกอบ 1 แสดงกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จะเห็นว่ากิจกรรมการอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถาม เพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลองและระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปนอกจากนี้นักเรียนยังจะได้นำความรู้ที่ได้ไปใช้กับเรื่องที่จะเรียนต่อไปหรือที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน
2. ตั้งคำถามที่จะใช้ในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางหาคำตอบของปัญหาข้างต้น
3. ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบและดำเนินการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. ตั้งคำถามที่จะใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน

เนื้อหาที่จะสอนและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นสิ่งที่ผู้สอนทราบอยู่แล้วจากเนื้อหา หรือการทดลอง ตอนใดตอนหนึ่งในหนังสือแบบเรียนและคู่มือครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปัญหาอยู่ที่ว่าผู้สอนจะสร้างสถานการณ์หรือปัญหาให้สอดคล้องกับสิ่งที่จะสอนอย่างไรจึงจะช่วยดึงดูดความสนใจความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนที่จะศึกษาบทเรียน สถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นนี้ได้หลายรูปแบบ สถานการณ์ที่สร้างขึ้น เช่น การใช้วาจา เป็นต้นว่า การอภิปราย การสนทนา การซักถาม การเล่าเหตุการณ์และการใช้อุปกรณ์ประกอบการใช้วาจา เป็นต้นว่า การใช้รูปภาพ ภาพยนต์ ฟิล์มสคริป ภาพโปรเจกต์ สไลด์ ตัวอย่างของจริง หุ่นจำลอง รายละเอียด สถานการณ์ที่สร้างขึ้นควรเป็นสถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวดึงดูดความสนใจของนักเรียนเป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและสามารถโยงไปสู่การออกแบบทดลองที่ต้องการได้

2. ตั้งคำถามที่จะใช้ในการอภิปราย เพื่อนำไปสู่แนวทางหาคำตอบของปัญหาข้างต้น

การตั้งคำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้น เป็นหลัก โดยตั้งคำถามขึ้นเป็นชุดต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน และชุดของคำถามต้องสามารถจะนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ (สมมติฐาน) ในที่สุดคำตอบที่อาจเป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในบทเรียน ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดของชุดอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องจัดหา

3. ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบและดำเนินการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน

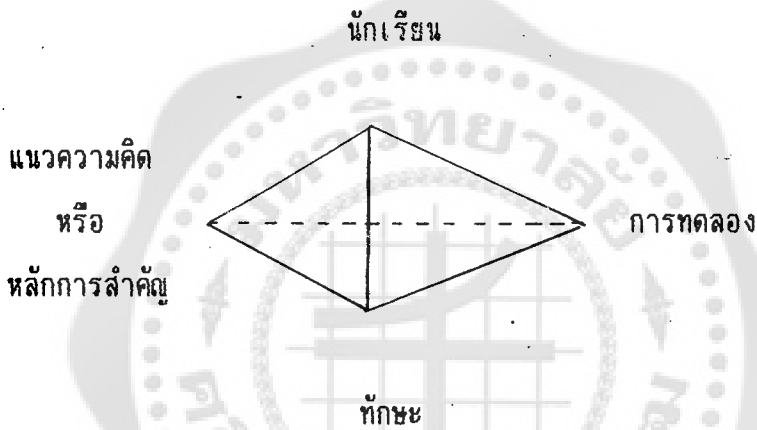
ในขั้นนี้ผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนได้ตั้งไว้แล้ว สิ่งสำคัญในขั้นนี้คือให้นักเรียนระบุวิธี และทำการทดลองตลอดจนบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยผู้สอนให้คำแนะนำและช่วยเหลือเฉพาะเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

4. ตั้งคำถามที่จะใช้ในการอภิปรายสรุปผลการทดลอง

การตั้งคำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันหรือในเรื่องที่จะเรียนต่อไป

2. นักเรียนคือผู้ค้นพบ

บทบาทของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้นี้ สสวท. พุดไว้ชัดเจนว่านักเรียนคือผู้ค้นหาคำตอบ



ภาพประกอบ 2 แสดงความสำคัญของการทดลองที่มีต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สสวท. ได้ยกตัวอย่างการทดลองเรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่ายหรือไดนาโม ในบทเรียนจะไม่บอกให้ทราบว่าหลักการของไดนาโมเป็นอย่างไร แต่ต้องการให้นักเรียนคิดด้วยตนเองว่า กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร เพื่อจะนำไปสู่ความเข้าใจถึงหลักการของไดนาโม

3. บทบาทของครู

ตามแนวการสอนของ สสวท. ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช่ให้คำตอบโดยสิ้นเชิง เมื่อนักเรียนมีข้อขัดข้องตอนใด ครูจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิดและพยายามแนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง

4. จุดหมายปลายทางของการสอน

สสวท. ชี้แจงว่า การเรียนการสอนแบบนี้จะไม่เน้นเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียวแต่มุ่งที่จะพัฒนาทักษะต่าง ๆ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน หลักการสอนวิทยาศาสตร์ของ สสวท. ที่กล่าวมานั้นนับว่าสอดคล้องกับหลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือการค้นพบเน้นวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการ จากหลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. จะทำให้เห็นว่า โดยหลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. เป็นหลักการที่สอดคล้องกับแนวความคิดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือแบบการค้นพบของนักการศึกษาตะวันตกซึ่งเป็นเจ้าของต้นตำหรับแต่การถ่ายทอดมาสู่สภาพปฏิบัติที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนบางเรื่องบางตอนยังไม่สอดคล้องกันเท่าใดนักโดยเฉพาะอย่างยิ่งการอภิปรายก่อนการทดลองกับการอภิปรายหลังการทดลอง นักเรียนสามารถรู้วิธีทดลองและรู้คำตอบของปัญหาล่วงหน้า โดยไม่ต้องใช้ทักษะการคิดหรือใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่อย่างไร ซึ่งหลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นให้นักเรียนทำการอภิปรายเพื่อหาวิธีการทดลองและเน้นนักเรียนคือผู้ค้นหาคำตอบซึ่งไม่รู้มาก่อน อย่างไรก็ตามทราบว่าขณะนี้ สสวท. กำลังติดตามผลการใช้หลักสูตรและแบบเรียนอยู่เพื่อจะนำมาปรับปรุง จึงเชื่อว่าคงจะปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนในหนังสือแบบเรียนบางส่วนบางตอนให้สอดคล้องกับหลักการที่ตั้งไว้ต่อไป

4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ฉะนั้นในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง มีโนมตี หลักการ กฎ และทฤษฎี ในการค้นคว้าทดลองและส่งผลให้ผู้ทดลองสามารถฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิด เช่น การสังเกต บันทึกข้อมูล ตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง เป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ทพวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 58-59) และรายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมีดังนี้ (สสวท. 2526 : 1-6)

1. การสังเกต (Observation) การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุ หรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งออกได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. การวัด (Measurement) การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือ ทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท (Classification) การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซกับเวลา (Space / Space Relationship and Space / time Relationship) สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่ วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการ เปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ (Using Number) การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวน ของวัตถุและการนำตัวเลขของจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร และหา ค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการ

สังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้นโดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ สมการ ไดอะแกรม วงจร กราฟ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Infering) การลงความคิดเห็นจากข้อมูลหมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction) การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำให้ 2 แบบคือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) การตั้งสมมติฐาน หมายถึงการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้หลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรตัว ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือ สิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่ทำให้ผลของการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

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

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์ และ/หรือ สารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล

การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจจะใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกตทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมา แบ่งเป็น
2 ประเภท คือทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ทักษะที่ 1
ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะ
ที่ 9 ถึง 13

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและจากการฝึกฝนความคิดอย่างระบบ
ฉะนั้นในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้
นั้น ๆ ด้วย เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหาความ
รู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น
ครูควรจะให้โอกาสแก่นักเรียนในการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เพื่อให้ผู้เรียนจะได้นำ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และการฝึกให้ผู้เรียนสามารถที่จะแก้ปัญหาได้โดยใช้วิธี
การทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์มาฝึก 9 ทักษะ คือ

1. การสังเกต
2. การจำแนกประเภท
3. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
5. การตั้งสมมติฐาน
6. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
7. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

Mrs. S. Srisulais
วิมลพรรณ
มอญ

8. การทดลอง
9. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

มีนักการศึกษาหลายท่านเสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะการแก้ปัญหาไว้พอสรุปได้ดังนี้
 เพียเจต์ (Piaget. 1962 : 120) ได้อธิบายถึงความสามารถในการแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้านพัฒนาการในแง่ที่ว่า ความสามารถทางด้านนี้จะเริ่มพัฒนาการมาตั้งแต่ขั้นที่ 3 คือ Stage of Concrete Operations เด็กมีอายุประมาณ 7-8 ปีจะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัดต่อมาถึงระดับการพัฒนาระดับที่ 4 คือ Stage of Formal Operations เด็กจะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลดีขึ้น และสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้ เด็กสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ เป็นนามธรรมชาติชนิดสลับซับซ้อนได้

กาเย่ (Gagne. 1970 : 63) ได้อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นรูปของการเรียนรู้ซึ่งหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถทางด้านความคิดแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภทสิ่งก้ำกั้ กาเย่ได้อธิบายว่า เป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหลาย

กูด (Good. 1973 : 518) ได้ให้ความเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือการแก้ปัญหานั้นเอง ซึ่งกูดได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยากลำบาก ยุ่งยากหรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดแทนสมมติฐานนั้นว่าเป็นความจริงหรือไม่

บุญเลี้ยง พลอาวุธ (2511 : 45) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตนให้หลุดพ้นจากอุปสรรคเพื่อให้บรรลุจุดหมายปลายทางที่ต้องการ

การและลักษณะของการแก้ปัญหา 5 ประการคือ

1. การแก้ปัญหา เป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมาย การกระทำที่ขาดจุดมุ่งหมายไม่นับว่าเป็นการแก้ปัญหา
2. การแก้ปัญหา คือการเลือกวิธีที่เหมาะสมกับผู้แก้ ในแต่ละปัญหามีวิธีแก้ยู่หลายวิธีผู้แก้จึงต้องเลือกเอาวิธีการที่เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของตน
3. การแก้ปัญหาคือต้องอาศัยความรู้แจ้งเห็นจริงหรือความหยั่งเห็น กล่าวคือในการแก้ปัญหาแต่ละครั้ง จะต้องศึกษาปัญหาให้เข้าใจต้องทบทวนเสียก่อนจึงสามารถแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ การที่เราต้องเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้และมองเห็นทางแก้ เรียกว่า เกิดความคิดภายในหรือความหยั่งเห็น
4. การแก้ปัญหาคือเป็นการสร้างสรรค์อย่างหนึ่ง เมื่อแก้ปัญหาได้สำเร็จ ผู้แก้ย่อมมีปัญญา่องอกงามขึ้น
5. การแก้ปัญหาย่อมประกอบด้วยการวิพากษ์วิจารณ์ จำเป็นต้องวัดดูว่า การแก้ปัญหานั้นได้ผลตามความมุ่งหมายอย่างเพียงพอหรือไม่

ชม ภูมิภาค (2516 : 56) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือเป็นสิ่งที่มีความหมายกว้างขวางมาก รวมพฤติกรรมที่ซับซ้อนอยู่ในรูปต่าง ๆ มากมาย พฤติกรรมในการแก้ปัญหานั้นเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีงาน มีจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้บรรลุผลเพื่องานนั้น

สวนา พรพัฒน์กุล (2522 : 271-272) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือเป็นเรื่องสำคัญมากมนุษย์ทุกคนเคยเผชิญกับสภาพที่เป็นปัญหาและจะต้องพบกับปัญหาต่าง ๆ อีกเป็นอันมากในชีวิตปัญหาบางปัญหาก็ไม่ซับซ้อนมากมาย ไม่ยากแก่การที่จะแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จไปได้ การคิดเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการแก้ปัญหา ยิ่งปัญหาซับซ้อนมากก็ยิ่งอาศัยการคิดมาก

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2523 : 267) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่

ประสาธ อิศรปริดา (2523 : 267) ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยสติปัญญาและความคิด ทั้งรูปแบบพฤติกรรมที่แสดงออกมาอาจมีความซับซ้อน

ต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการพัฒนาการทางสติปัญญา การคิดแก้ปัญหาจะต้องมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสติปัญญา วิธีการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์การศึกษาปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคล

สโตร์เบอร์ก (Stollberg. 1965 : 225-228) ได้ให้ความเห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหานั้นแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็นเอกัตบุคคล การแก้ปัญหาจึงไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและไม่เป็นไปตามลำดับอาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มี นอกจากนี้การแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิภาวะทางสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

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

1. สติปัญญา (Intelligence) ผู้ที่มีสติปัญญาดีจะแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ (Motivation) ในการที่จะทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา
3. ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มี

มาก่อน

4. การเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Functional Fixedness)

ชม ภูมิภาค (ชม ภูมิภาค. 2516 : 59) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การจูงใจ จากการสังเกตทั่วไป จะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์เป็นอันมาก และการที่นำเอาประสบการณ์มาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ เนื่องมาจากเหตุ 3 ประการ คือ

1. บุคคลมักจะมีการพัฒนาความคิดรวบยอดและระบบของการเข้ารหัสสิ่งต่าง ๆ เอาไว้เพื่อใช้ในโอกาสข้างหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสปัญหาต่าง ๆ ที่ได้แก่มานั้นจะช่วยในการแก้ปัญหาใหม่

2. การพัฒนาของแนวโน้มนำแห่งการตอบสนอง แนวการตอบสนองที่ได้รับการเสริมแรงจะก่อตัวเป็นนิสัย และมักจะเกิดขึ้นก่อนเมื่อพบปัญหาใหม่ โดยบุคคลจะแก้ปัญหาตามที่ได้ปฏิบัติมาจะพยายามแล้วพยายามอีก เมื่อแนวนิสัยนั้นไม่สามารถแก้ได้จริง ๆ บุคคลจึงจะเริ่มคิดและเปลี่ยนแนวใหม่

3. การพัฒนาเทคนิคของการแก้ปัญหา เมื่อบุคคลได้แก้ปัญหามาก ๆ คนเราก็มักจะมีความชำนาญในการแก้ปัญหาต่าง ๆ มากขึ้น นอกจากนี้เทคนิคของการแก้ไขปัญหานั้นยังสอนกันได้ด้วย

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ ทัศนคติทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม

ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา

โพลยา (Polya. 1957 : 6-22) ได้เสนอขั้นตอนสำหรับการคิดแก้ปัญหา

ไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา พยายามเข้าใจในสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา สรุปวิเคราะห์ แปลความ ทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ถามอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง ข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหาแยกแยะปัญหาออกเป็นลวดย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และวางแผนว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา เช่น การลองผิดลองถูก การหารูปแบบ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยทำมา

ขั้นตอนที่ 3 การลงมือทำตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดทักษะใด จะต้องเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้ให้เกิดผลดี ขั้นนี้จะรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วย

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบวิธีและคำตอบ เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้อง

กิลฟอร์ด (Guilford. 1976 : 313) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา สำหรับเดวี (Dewey. 1972 : 130) เห็นว่ากระบวนการแก้ปัญหานั้นควรประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหาว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร
2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา
4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้อง มีการเสนอวิธีแก้ปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด
5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

เวียร์ (Weir. 1974 : 16) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

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

สาโรช บัวศรี (สาโรช บัวศรี. 2505 : 5-10) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาที่ ดันนั้นจำเป็นต้องอาศัยการตัดสินใจที่ดีด้วย และได้กล่าวถึงวิธีแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. พิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นให้แน่ใจว่า เป็นปัญหาที่แท้จริงหรือเป็นเพียงผลของปัญหา
2. พยายามแสวงหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้น
3. ใช้ข้อเท็จจริงที่หาได้ พิจารณาตัวปัญหาอีกครั้งหนึ่ง อาจทำให้มองเห็นปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4. กำหนดวิธีแก้ปัญหา ทั้งในระยะสั้นและในระยะยาวตามสติปัญญาที่มีอยู่
5. เลือกวิธีแก้ปัญหาที่เห็นว่าเหมาะสมที่สุด
6. วางแผนปฏิบัติเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่ตกลงใจเลือกแล้วนั้น

พรณี ชุทัย (พรณี ชุทัย. 2520 : 188) กล่าวว่า นักจิตวิทยาในกลุ่ม S-R และ Gestal มีความเห็นพ้องกันว่าในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนครูควรช่วยสนับสนุนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ เพราะความสามารถในแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญสำหรับบุคคลเมื่อต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ แล้วถ้าบุคคลนั้นแก้ปัญหาไม่ได้ก็จะเป็นสิ่งกีดขวางการแสวงหาความรู้และการดำเนินงาน เช่นเดียวกัน มังกร ทองสุติ (มังกร ทองสุติ. 2522 : 63-65) ได้เน้นให้เห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาเป็นกรรมวิธีที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ที่ซ่อนเร้นอยู่ในธรรมชาติ กรรมวิธีจะประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การกำหนดตัวปัญหา
2. วิธีแก้ปัญหาที่คาดว่าจะใช้ได้
3. การกำหนดสมมติฐาน
4. การตรวจสอบสมมติฐานและการเก็บข้อมูล
5. การสำรวจข้อมูลและการลงความเห็น
6. การค้นหาข้อมูลย้อนกลับ

พยอม ตันมณี (2524 : 95-98) ได้แบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ตามแนวกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้คือ

1. ชี้นิยามปัญหา
2. ชี้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

3. ขึ้นรวบรวมวิธีการแก้ปัญหา

4. ขึ้นวิเคราะห์ผลที่น่าจะเกิดขึ้นจากวิธีการที่เสนอในการแก้ปัญหา

จะเห็นว่าเมื่อเรามีความสนใจหรือพบเห็นปัญหาที่เราต้องการคำตอบหรือคำอธิบาย
ในขั้นแรก เราจะต้องชี้บ่งปัญหาและตั้งสมมติฐาน จากนั้นจะต้องกำหนดวิธีการแก้ปัญหา สังเกต
หรือทดลองเกี่ยวกับเรื่องราวนั้น ๆ แล้วนำการสังเกตหรือทดลองจนได้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ รวบรวม
ได้เป็นผลสรุปของการทดลองหรือคำตอบของปัญหาดังกล่าวในการดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการ
ทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องอาศัยความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(Science Process Skills)

วิธีการในการแก้ปัญหา

กมลรัตน์ หล้าสงฆ์ (2623 : 268) ได้เสนอวิธีการในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาโดยใช้พฤติกรรมเพียงอย่างเดียว

เป็นการคิดแก้ปัญหาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแก้ปัญหา เมื่อประสบปัญหาจะ
ไม่มีการไตร่ตรองหาเหตุผล ไม่มีการพิจารณาสิ่งแวดล้อมเป็นการจำและเลียนแบบพฤติกรรมเดิม
ที่เคยแก้ปัญหา

2. การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เป็นการแก้ปัญหาแบบเดาสุ่ม โดยการลองผิด
ลองถูก

3. การแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนแปลงทางความคิด เป็นพฤติกรรมที่สังเกตยาก
ที่นิยมกันมากที่สุด คือ การหยั่งเห็น (Insight) การหยั่งเห็นนี้ขึ้นอยู่กับ การรับรู้ประสบการณ์เดิม

4. การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแก้ปัญหาที่ถือว่า เป็นระดับสูง
สุดและใช้ได้ผลมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาที่มีความยากและสลับซับซ้อน ขึ้นตอนของ
การคิดแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยสังเขปมีดังนี้

4.1 การพิจารณาปัญหาโดยการสังเกต คิดและจำ

4.2 การตั้งสมมติฐานจากประสบการณ์เดิมต่าง ๆ

4.3 การทดสอบสมมติฐาน

4.4 คงสมมติฐานที่ถูกไว้ แต่ถ้าผิดให้ตัดสมมติฐานเดิมทิ้งไป พิจารณาแล้วตั้งสมมติฐานใหม่ จากนั้นก็ดำเนินการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นใหม่

4.5 การนำสมมติฐานที่ดีที่สุดไปใช้ อาจเป็นการใช้ทั้งหมดหรือประยุกต์ไปใช้เฉพาะบางส่วนที่เหมาะสมกับปัญหา

การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหของบุคคลจะแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การตั้งใจหรือไม่เพียงใด การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว การเรียนการสอนจะเป็นส่วนที่จะช่วยให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เด็กมีโอกาสฝึกอยู่เสมอเป็นประโยชน์ต่อเด็ก วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยฝึกให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหา มังกร ทองสุติ (มังกร ทองสุติ. 2622 : 5-10) กล่าวไว้มีดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามาขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูและนักเรียนจะต้องเผชิญปัญหาอยู่ตลอดเวลา
2. ฝึกให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหายุ่งเสมอนั้นอาจจะหาแนวทางใหม่ ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในห้องฟ้าก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ
3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์

(Intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากกลาง
 สันหระณ เช่น Sehwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้รู้จักการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษา
 ผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหานั้นออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

- 4.1 การกำหนดปัญหา
- 4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง
- 4.3 ตั้งสมมติฐาน
- 4.4 ทดสอบสมมติฐาน
- 4.5 ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาต่าง ๆ
 ได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา บางที่เรียกวิธีนี้ว่า การแก้ปัญหาโดย
 วิธีวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (The Method of
 Intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถจะนำ
 ไปใช้ในอนาคตอีกด้วย นอกจากนั้นครูจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำใน
 เรื่องเหล่านี้โดย

1. ฝึกให้รู้จักการวิเคราะห์-สังเคราะห์
2. ฝึกให้รู้จักออกความเห็น (Suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นย่วยให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะเป็นการ
 ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนของนักเรียนดี
 ขึ้นกว่าการฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียวครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะ
 นักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

สายหยุด สมประสงค์ (2523 : 69-90) กล่าวว่า การที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้
 ผู้สอนจะต้องจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อย่วยให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเหล่านี้แก้ปัญหา เช่น

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้ผู้เรียนฝึกฝนในการแก้ปัญหาให้มาก ๆ
 2. ปัญหาที่สอนได้หยิบยกมาให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนนั้น นอกจากจะเป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อนแล้ว ก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียนหรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของผู้เรียน
 3. การฝึกแก้ปัญหาที่ผู้สอนควรจะได้แนะนำให้ผู้เรียนได้ตีปัญหาให้แตกต่างว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหม่ก็แตกออกเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหาและเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหาใหญ่ได้นั่นเอง
 4. จัดบรรยากาศของการเรียนการสอนหรือจัดสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของผู้เรียนให้เป็นที่ไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ ไม่ตายตัว ผู้เรียนก็จะเกิดความรู้สึกว่า เขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่าง ๆ กับตัวอย่าง เช่น การจัดห้องเรียนให้มีสภาพที่เปลี่ยนแปลงได้บ้าง
 5. ให้ออกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ
 6. การฝึกฝนแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาใด ๆ ก็ตาม ผู้สอนไม่ควรจะบอกวิธีแก้ปัญหาให้ตรง ๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วผู้เรียนจะไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ของการคิด
- จากที่กล่าวมา จะเห็นว่า ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ โดยการจัดสถานการณ์ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิด วิพากษ์วิจารณ์กัน จัดบรรยากาศของห้องเรียนให้เอื้อต่อการเรียนการสอนและให้ฝึกคิดและทำงาน อยู่เสมอ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2523 มีผู้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ตั้งรายละเอียดต่อไปนี้

พรรณา หิมารัตน์ (2527 : 51-58) ได้ทำการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ จ. นครปฐม จำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยนักเรียนทำกิจกรรมดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์
- กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
- กลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการเรียนของกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 แต่ไม่ทำโครงงานและ

อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์และทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียน เมื่อแยกส่วนประกอบของความคิดสร้างสรรค์ด้านต่าง ๆ พบว่า ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันแต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดริเริ่มสูงกว่ากลุ่มที่เรียนชุดการเรียน ด้านความคล่องในการคิดพบว่าทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ศิลาชัย บุรณพานิช (2528 : 103) ได้ทำการศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ของกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า โดยเฉลี่ยครูและนักเรียนมีความเห็นว่าการเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมความรู้ความสามารถของนักเรียนในระดับมาก ครูวิทยาศาสตร์มีความเห็นว่าการเสริมหลักสูตรที่น่าสนใจคือ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แต่สำหรับนักเรียนมีความเห็นว่าการเสริมหลักสูตรที่น่าสนใจคือ กิจกรรมทัศนศึกษานอกสถานที่

วาริ รุจิวิโรตม (2529 : 70-80) ได้ทำการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้ตัวอย่างประชากรเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 80 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา 31 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. ในด้านการคัดเลือกนักเรียนทำโครงงาน พบว่า นักเรียนมักจับกลุ่มกันเองตามความสนใจ แล้วจึงแจ้งให้อาจารย์ที่ปรึกษาทราบภายหลัง

2. ในด้านการคิดหัวข้อโครงการ พบว่า นักเรียนเป็นผู้คิดหัวข้อโครงการเอง
3. ในด้านการวางแผนในการทำโครงการ พบว่า อาจารย์และนักเรียนจะรวม

ปรึกษา

4. ในด้านการหาแหล่งวิทยากร พบว่า อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเป็นผู้แนะนำนักเรียนให้ทราบถึงแหล่งวิทยากรต่าง ๆ

5. ในด้านอุปกรณ์และสถานที่ในการทำโครงการ พบว่า ส่วนมากจะใช้ของโรงเรียน

6. ในด้านเงินทุนที่ใช้ในการทำโครงการ พบว่า ทางโรงเรียนจะมีทุนไว้ให้

7. ในด้านเวลาในการทำโครงการ พบว่า ส่วนมากนักเรียนใช้เวลาหลังเลิกเรียนแล้วทำ

8. ในด้านการเสนอโครงการ พบว่า อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการจะนำเสนอโครงการโดยจัดส่งเข้าประกวดในวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ที่จัดโดยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

9. ในด้านปัญหาในการทำโครงการ พบว่า อาจารย์มีความเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการส่วนมากเป็นปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง และมีปัญหาซึ่งจัดอยู่ในระดับมากเพียง 2 ข้อเท่านั้น คือ

9.1 จำนวนนักเรียนที่ทำโครงการมีจำนวนน้อย

9.2 เวลาที่ใช้ในการทำโครงการมีน้อย

10. ในด้านประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ พบว่า อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการให้ความเห็นว่า ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการมาก

เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชั้น (2530 : 66-67) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เคยทำและไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรมวิทยาศาสตร์ในกรุงเทพมหานคร และเขตการศึกษา 1 จำนวน 358 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่

เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างน้อยสำคัญ

สุรางค์ สากร (2531 : 82-89) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์โครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาคกลางที่ส่งเข้าประกวดในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2529-2531 จำนวน 224 โครงการ ผลการวิจัยพบว่า

1. โครงการส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อเน้นพัฒนาความรู้ให้ลึกซึ้งมากขึ้น รองลงมาคือวัตถุประสงค์ที่เน้นถึงแนวทางการประยุกต์ใช้งานส่วนวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มีน้อยมาก
2. การดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักจัดกระทำในห้องทดลอง
3. โครงการมักมีการอ้างอิงในหลักการมากกว่า กฎ หรือ ทฤษฎี และในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น การทำโครงการส่วนใหญ่ใช้ทักษะด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่วนทักษะที่ใช้รองลงมา คือ ทักษะการสังเกต
4. การทำโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นโครงการขนาดกลางและเป็นประเภททดลอง
5. การทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้น มักจะทำให้สาขาฟิสิกส์และนักเรียนที่ทำโครงการส่วนมากเป็นนักเรียนชายในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
6. โครงการวิทยาศาสตร์ส่วนมากมักเน้นประโยชน์ในด้านเศรษฐกิจ

บุญสม สถิตย์ถาวร (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาสมรรถภาพของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์มี 5 ด้าน คือ ด้านมโนทัศน์ ด้านทักษะปฏิบัติ ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดสร้างสรรค์ และด้านมนุษยสัมพันธ์ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องว่าอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์มีสมรรถภาพใน 4 ด้านอยู่ในระดับมากยกเว้นสมรรถภาพด้านทักษะปฏิบัติเกี่ยวกับโครงการในระดับกลาง ส่วนสมรรถภาพด้านมโนทัศน์เกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์นั้นผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์มีความเห็นตรงกันว่าควรมีมาก จากการประเมินสมรรถภาพของกลุ่มตัวอย่างที่ปรึกษาโครงการซึ่งมีระดับวุฒิ

ระยะเวลาในการปฏิบัติหน้าที่และมีหรือไม่มีโครงการวิทยาศาสตร์ส่งเข้าประกวด พบว่า กลุ่มที่มีวุฒิปริญญาโทได้ประเมินตนเองในด้านนวัตกรรมที่เกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีวุฒิปริญญาตรีเพียงด้านเดียวเท่านั้น ส่วนกลุ่มที่ปฏิบัติหน้าที่อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์เป็นเวลามากกว่า 1 ปี ได้ประเมินตนเองด้านนวัตกรรมที่ด้านทักษะปฏิบัติเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มที่มีโครงการวิทยาศาสตร์ส่งเข้าประกวดได้ประเมินตนเองในทุกด้านสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีโครงการวิทยาศาสตร์ส่งเข้าประกวดกับสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

ฉฉิน นาคะไพบูลย์ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยทำและไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์

จิรพรรณ แสงหล้า (2532 : 70-72) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 โดยที่คะแนนสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเข้าร่วมกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

ปรีดา นิคสิโรชะ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหา ข้อคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษา ในจังหวัดสุรินทร์ ผลการวิจัยพบว่า โดยส่วนรวมผู้บริหารทราบถึงนโยบายในการส่งเสริมการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ทราบถึงนโยบายในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยครูมีความคิดเห็นว่า ควรมีการจัด งบประมาณ วัสดุ อุปกรณ์ ให้เพียงพอในการทำโครงการวิทยาศาสตร์และควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนทำโครงการมากขึ้น สำหรับความคิดเห็นของนักเรียนคือ อาจารย์ที่ปรึกษา ควรให้คำแนะนำ ปรึกษาแนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหาในการทำโครงการมากขึ้น

ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533 : 82) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์และบุคลิกของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. บุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .10

ปรีชา กันตรง (2533 : 74-78) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบแต่ละด้านของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพียงด้านเดียว คือ ด้านความคล่องในการคิดส่วนอีกสองด้าน คือ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ .01

กมล เฝือกฝรั่ง (2534 : 87) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงงานวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ พบว่ามีผู้ศึกษาไว้ 2 ท่าน ดังนี้

ฟิลิป นอร์วิน ชิเดรส (Childess. 1983 : 3280 - A) ได้ศึกษาถึงผลการศึกษาที่ให้นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อการพัฒนาทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ ของเด็กวัยรุ่น ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เลือกเรียนวิชาเคมีจาก 12 เขตการศึกษา จำนวน 73 คน โดยแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มนักเรียนที่ต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์
2. กลุ่มนักเรียนที่เลือกทำหรือไม่ทำโครงงานก็ได้
3. กลุ่มนักเรียนที่ไม่ต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการทดลองเป็นเวลา 9 สัปดาห์ มีพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่ทำโครงงานมักจะเข้าร่วมกิจกรรมของส่วนรวมมาก และเมื่อทดสอบความคิดเชิงตรรกศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีระดับพัฒนาการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียเจต์เพิ่มมากขึ้น

รีนา แพเย ซุบอทนิค (Subotnik. 1985 : 3317 - A) ได้ศึกษาถึงความสามารถทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสอบถามซึ่งวัดพฤติกรรมการคิดค้นแก้ปัญหา 4 ด้าน คือ

1. กระบวนการวิธีการ
2. ปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น
3. องค์ประกอบจากแบบจำลองที่เป็นโครงสร้างความคิด

4. เจตคติต่อผลกระทบทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนที่ชนะเลิศการประกวดการวิจัยผู้มีปริญญาทางวิทยาศาสตร์ของ เวสต์อิงเฮาร์ จำนวน 146 คน ซึ่งแบ่งตามเพศรูปแบบของโครงการวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์กายภาพหรือวิทยาศาสตร์ชีวภาพ) และความเป็นอิสระในการเลือกที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ตัวอย่างประชากรที่เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ไม่ปฏิเสธเรื่องที่จะทำโครงการหลาย ๆ เรื่อง จนกว่าจะได้เรื่องที่ทำจริง
2. ตัวอย่างประชากรที่มีผู้ช่วยเลือกเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์จะได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลภายนอกมากกว่าครู
3. ตัวอย่างประชากรมีความเห็นว่า องค์ประกอบของแบบจำลองที่เป็นโครงสร้างความคิดจะได้จากแหล่งอื่นเป็นส่วนมาก
4. ในเรื่องเพศ พบว่า ตัวอย่างประชากรที่เป็นเพศหญิงมีความสนใจที่จะศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ที่กระทบกระเทือนต่อสังคมมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่กำลังได้รับความสนใจจากครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดริเริ่ม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ บุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนระดับการเรียนรู้ตามขั้นตอนในทฤษฎีของเพียร์เจย์สูงกว่าผู้ที่ได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จึงนับว่าโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่น่าส่งเสริมให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

ชาลูนชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู

ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิกับโดยการใช้การอภิปรายตามคู่มือครูและโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยการใช้รูปภาพหรือแผนภูมิมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ปรีชา ธรรมฤทธิ (2529 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยกลุ่มทดลองเรียนจากการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึก กลุ่มควบคุมเรียนจากคู่มือการสอนของ สสวท. ผลการศึกษานพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลดังนี้

2.1 การสังเกตไม่แตกต่างกัน

2.2 การจำแนกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.3 การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูลไม่แตกต่างกัน

2.4 การพยากรณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.5 การตั้งสมมติฐานไม่ต่างกัน

2.6 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งชิวา สุชาติ (2531 : 68) ได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการออกแบบการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลดา ดอนหงษา (2531 : 63) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยเกมส์ฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะผลการวิจัย

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับนัย
สำคัญ .05

สมศรี เพชรขจร (2531 : 56-66) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปราย
ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้
แบบฝึกการอภิปรายนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยการ
อภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

กันยารัตน์ ฤทธิบำรุง (2531 : 83) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อย
และแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ที่มีการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้อง กับฝึกอภิปรายแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยแตกต่างกันอย่างมีนัย
สำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงนุช มาบุตร (2532 : 88) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการ
คิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดย
ใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 70) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกการ
กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน พบว่า
นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหา และตั้งสมมติฐานกับนักเรียน
ที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน มีความสามารถในการ

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 : 80) ได้ศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะ การทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษานพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สปรักกินส์ (Spraggins) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ที่เรียนจากการสอนแบบใช้เกมสถานการณ์จำลองกับแบบฝึกใน กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถต่าง ๆ กัน ผลการศึกษานพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มที่มีความสามารถสูงทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มที่มีความสามารถต่ำทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มนักเรียนหญิงที่มีความสามารถต่ำ เรียนจาก เกมสถานการณ์จำลองสูงกว่าการใช้แบบฝึก
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มชายที่มีความสามารถต่ำเรียนจากการใช้ แบบฝึกสูงกว่าการใช้เกมสถานการณ์จำลอง

ไรลีย์ (Riley, 1975 : 5152 - A) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ความเข้าใจในวิชา วิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มประชากรเป็นนักเรียนฝึกสอน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มแรก เป็นกลุ่มทดลองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง

กลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มทดลองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการเรียนรู้
เฉพาะทฤษฎี

กลุ่มที่สาม เป็นกลุ่มควบคุมโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป
ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก พอสรุปได้ว่า แบบฝึกสื่อการเรียนการสอนที่
ประกอบด้วยกิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ การทดลอง การฝึกทักษะและการใช้คำถามตั้งนั้น ในการ
เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ครูควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติ ฝึกฝนความคิด
และแก้ปัญหาด้วยตัวเองโดยใช้แบบฝึกประกอบการเรียนการสอน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีผู้วิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
พอจะสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

วิกเด้น (Widdon. 1972 : 186 A) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์
ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : Science A Process Approach) โดย
ทดลองศึกษากับครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 พวก คือกลุ่มทดลอง
ครูจะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่จะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ส่วนกลุ่มควบคุมจะสอนตามหลักสูตรเดิมโดยไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยา
ศาสตร์ จากการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม และ
ครูได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

เกเบิล และรับบ้า (Gable and Rubba. 1977 : 503-511) ได้วิจัยเกี่ยว
กับผลของการสอนและประสบการณ์ฝึกสอน ที่มีต่อความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์โดยนักศึกษาคณะแพทยศาสตรศึกษา ในมหาวิทยาลัยอินเดียน่า จำนวน 54 คน พบว่า
นักศึกษาคูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม คะแนน
ผลสัมฤทธิ์ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

อภัย ชิวะธนรักษ์ (2517 : 40 - 41) ได้เปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองกับนักศึกษาครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คนสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง ส่วนอีก 33 คน เป็นกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบเดิม ผลการทดลองพบว่าทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงไม่แตกต่างกัน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทำการทดลอง

เขาวนิ อยะวงค์ (2525 : 56) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมและครูเป็นผู้ฝึก ซึ่งมีแผนการฝึกลำดับขั้นตอนการฝึกที่เหมือนกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ใช้การฝึกด้วยสื่อประสม ส่วนอีก 30 คน เป็นกลุ่มควบคุม มีครูเป็นผู้ฝึก ผลการศึกษาวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกจากครูผู้ฝึก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะ มีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปรีชา กล้ารัมย์ (2526 : 70 - 83) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยความคิดรวบยอดและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพ กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผลการศึกษานพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้วยความคิดรวบยอด เกี่ยวกับความสัมพันธ์และความคงทนของความคิดรวบยอด เกี่ยวกับความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีและความคงทนของความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วณา ชลประเวส (2526 : 79 - 83) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกม กับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยวิธีสอนแบบใช้เกมกลุ่มควบคุมเรียน โดยสอนแบบโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ด้วยทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ยกเว้นทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะ การทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาณี โอภิตารณ์ (2527 : 65 - 67) ได้ศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดย ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน กลุ่มควบคุม 30 คน กลุ่มทดลอง 30 คน แบ่งเป็นนักเรียนต่ำ 15 คน กลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียน เพื่อรอบรู้กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ผลการศึกษานพบว่า กลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมมีพัฒนาการของการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลสัมฤทธิ์ และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน เฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถทางเรียนต่ำ

อุทัย บุญมาตี (2529 : 60 - 61) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิง วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนด้วย ตนเองกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษานพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าการนำวิธี สอนแบบต่าง ๆ ตลอดจนการนำนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้สอนเปรียบเทียบกันแล้ว พบว่ามีทั้ง ในผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันและไม่แตกต่างกันนอกจากนี้ จาก

งานวิจัยจะพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วย แสดงให้เห็นว่าครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามไปด้วย

4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นงนุช วรรณนวย (2514) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง โดยใช้แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหา ซึ่งแยกพฤติกรรมการแก้ปัญหาออกเป็น 2 ด้านคือ การแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการ และการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริง ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญ

จิตนา ราชรองเมือง (2516 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน วิธีการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา (โดยไม่คำนึงถึงวิธีการ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

น้อยทิพย์ คัสตราศาสตร์ (2521 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณดี วรรณศิลป์ (2522 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร

จำนวน 3 โรงเรียน คือ วัดสุทธิวราราม สายน้ำผึ้ง หอวัง จำนวนทั้งหมด 310 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดทั้งภาคเรียนสูงและต่ำมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โยธิน ศรีโสภา (2524 : 1-27) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำเลือกใช้แนวความคิดแก้ปัญหาแตกต่างกัน
2. การเลือกใช้แนวความคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นหาคำตอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

วีระ เมืองช้าง (2525 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม กรุงเทพมหานคร พบว่า ความคิดวิจารณ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เบญจวรรณ สมพงษ์ (2528 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิด ทักษะคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง พบว่า

1. ความสามารถในการคิดแบบวิเคราะห์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ .05
2. ความสามารถในการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์ทางลบกับความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความสามารถในการคิดแบบจำแนกประเภท ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ทศนคติเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

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

อุทัย บุญมาดี (2529 : 61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองและตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนได้รับการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนโดยการสอนตามคู่มืออย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วิทยา ทวีพันธ์ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุดรวิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี พบว่า

1. การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ไม่มีความสัมพันธ์กัน

กาญจนา ลากรวย (2532 : 76) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกันโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง และการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Gabrielli (1972 : 5650) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ซิราคิวส์ (Syracuse) จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่มตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์การฝึกหัด ระดับการศึกษาและประสิทธิภาพ ในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่มีค่าความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการ ศึกษาทั่วไป

Norton (1952 : 204 - A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชา วิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4 , 5 , 6 จำนวน 27 คน โดยคัดเลือกจาก โรงเรียนต่าง ๆ หลายโรงเรียนในเมืองออสติน (Austin) รัฐเท็กซัสที่ระดับ r.d. 80-147 I.Q เฉลี่ย 116 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12.4 อายุเฉลี่ย 127.2 เดือน ในการศึกษาครั้งนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหาพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหาซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ

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

ผลปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับความรู้นักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้ว

Nabor (1975 : 3241 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Educational Progress : Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหา และใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Basic Skill Form 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี กว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

Hollowell (1977 : 8051 - A) ได้ศึกษาถึงกระบวนการแก้ปัญหา

7 ขั้นตอน คือ

1. ความเข้าใจในปัญหา
2. การระลึกถึงข้อเท็จจริง
3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเพื่อแก้ปัญหา
4. การวางแผนวิธีการแก้ปัญหา
5. การตรวจสอบที่เป็นคำตอบ
6. การทดสอบว่าวิธีคิดแก้ปัญหานั้นถูกต้องหรือไม่
7. การคิดค้นหรือยอมรับวิธีการแก้ปัญหา

ผลการศึกษานพบว่า ในขั้นที่ 1 มีความสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาถึงร้อยละ 85 และพบว่ากลุ่มนักเรียนที่แก้ปัญหาสำเร็จทำคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่คิดแก้ปัญหาไม่สำเร็จ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Serlin (1977 : 5730 - A) ได้ศึกษาผลของการเรียนด้วยการปฏิบัติการค้นพบต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาเทอมที่ 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัสที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนฟิสิกส์เมื่อทำการทดสอบทักษะทุกด้าน ผลปรากฏว่าแต่ละกลุ่มได้แตกต่างกันหลังจากการสอนจึงทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ผลการวิจัยพบว่า เพศชายมีทักษะในการแก้ปัญหามากกว่าเพศหญิง

Shaw (1977 : 5227 - A) ได้ศึกษาวิชาการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหาสามารถส่งผลถึงทักษะการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ เขาได้กำหนดให้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้กลุ่มทดลองฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 24 สัปดาห์แล้วนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษามาให้ทดสอบปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการแสดงว่า ทักษะการแก้ปัญหาสามารถสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการเหล่านั้นจะถ่ายทอดไปยังเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาได้

อีโนไอยิจู (Eniayeju. 1983 : 795-801) ได้เปรียบเทียบผลของการสอนโดยครูสาธิต (Teacher - Demonstration) กับการสอนโดยศึกษาเอกสาร Self-Paced of Teaching Concepts และทักษะในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีระดับวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างง่าย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกสอนโดยนักเรียนศึกษาด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (A Self - Paced Instruction Package) กลุ่มที่สองโดย ครู พบว่า การสอนโดยศึกษาด้านชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลต่อมโนคติและทักษะในการแก้ปัญหามีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนส่วนมากชอบบทเรียนด้วยตนเองมากกว่า การสอนโดยครูสาธิต

จากผลงานวิจัยจะเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดอย่างวิจารณ์ญาณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประสบการณ์ การฝึกทักษะระดับการศึกษา ประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารและความรู้เดิมของนักเรียน นอกจากนี้ยังสามารถฝึกนักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้โดยใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในการฝึกซึ่งเป็นกิจกรรมหนึ่งในแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา คิดแก้ปัญหา คิดการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

สมมติฐาน ในการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถ ด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกัน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากร ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 ที่เลือกเรียนวิชา ว 014 เป็นวิชาเลือกจำนวน 6 ห้องเรียน 289 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม

1. กลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์
2. กลุ่มควบคุม จำนวน 25 คน ได้รับการสอนตามแนวการสอนวิชาของ สสวท.

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คนโดยนำมาจากประชากรทั้งหมด 289 คน จากนักเรียน 6 ห้องเรียนที่เลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ว 014 เริ่มต้น กับโครงการวิทยาศาสตร์
2. นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มาจับคู่เรียงตามลำดับคะแนนได้ดังนี้
 - 2.1 จับคู่เรียงตามลำดับคะแนนความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งหมด 25 คู่ จำนวน 50 คน

2.2 จับคู่เรียงตามลำดับคะแนนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ได้ทั้งหมด 24 คู่ จำนวน 48 คน

3. สุ่มแยกแต่ละคู่เข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดย

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามแนวการสอนวิชาเลือกเสรี ว 014 เริ่มต้นกับ
โครงการวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาเป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 014) เริ่มต้นกับโครงการวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหัวข้อดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 การเรียนรู้การทำงานของนักวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมวัดตก

กิจกรรมที่ 15 จะแก้ปัญหาได้อย่างไร

กิจกรรมที่ 16 การวิเคราะห์โครงการ

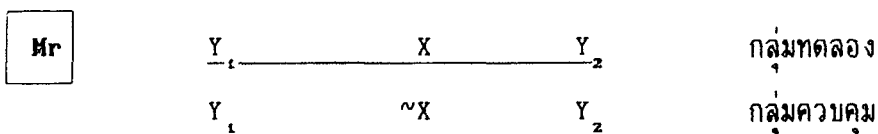
กิจกรรมที่ 17 เริ่มต้นโครงการวิทยาศาสตร์

เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การทดลองครั้งนี้ศึกษาค้นคว้าในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 ใช้เวลาในการทดลอง
กลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที

แบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการ
วิจัยแบบ Before and after Control group (ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. 2521 : 61)
ซึ่งมีลักษณะการทดลองดังนี้



สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- Y_1 คือ ทดสอบก่อนเรียน
 Y_2 คือ ทดสอบหลังเรียน
 X คือ การสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์
 $\sim X$ คือ การสอนตามแนวการสอนวิชาเลือกเสรี ว 014
 Mr คือ เลือกสมาชิกของกลุ่มตัวอย่างมาโดยการจับคู่ (Matching) และสุ่ม (Random) แยกกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์วิชาเลือกเสรี ว 014 2 แบบ
 - 1.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์
 - 1.2 แผนการสอนตามแนวการสอนวิชาเลือกเสรี ว 014
2. แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นโครงการวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและขอบข่ายของวิชาวิทยาศาสตร์จากหนังสือแนวการสอน ว 014 เริ่มต้นกับโครงการวิทยาศาสตร์

2. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอนจากหนังสือแนวการสอนวิชาเลือกเสรี ว 014 เริ่มต้นกับโครงการวิทยาศาสตร์

3. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละกิจกรรม

4. สร้างแผนการสอน จำนวน 12 คาบ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

4.1 ความคิดรวบยอด

4.2 จุดประสงค์ ได้แก่

- จุดประสงค์การเรียนรู้

- จุดประสงค์ของกิจกรรม

4.3 กิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 2 แบบดำเนินการดังนี้

4.3.1 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์มี

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- นักเรียนศึกษาเนื้อหาและสถานการณ์ในแบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

- นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามแบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์

3. ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการทำโครงการวิทยาศาสตร์

- นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์

4.3.2 แผนการสอนตามหนังสือแนวการสอนวิชาเลือกเสรีมีขั้นตอนการจัด

กิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐานของกิจกรรมและวิธีการของกิจกรรม

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อควรระวังและข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจากการ

ทำกิจกรรม

2. **ขั้นปฏิบัติกิจกรรม**
 - นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามวิธีการแบบเรียน
3. **ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม**
 - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้
 - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิต

ประจำวัน

4.4 สื่อการเรียนการสอน

4.5 การวัดและประเมินผล

5. นำแผนการสอนทั้ง 2 แบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมทางด้านภาษาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการดังนี้

6.1 ทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มเล็ก 5 คน เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น เวลา การสื่อความหมาย กิจกรรม แล้วนำข้อบกพร่องเหล่านั้นมาปรับปรุง

6.2 ทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 40 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสมและบันทึกข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตรจุดประสงค์รายวิชาและขอบข่ายเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากหนังสือแนวการสอน วิชาเลือกเสรี ว 014 เริ่มต้นกับโครงการวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนในการสร้างแบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการลำดับขั้นตอนของแบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ในแต่ละชุด

3. ศึกษาขอบข่ายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมในแบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแบบฝึกจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้างของแบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบฝึกแต่ละชุดจะประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้

4.1 ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์จากเนื้อหาเพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้และพัฒนาทางด้านสติปัญญา โดยจะแบ่งการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามชุดของแบบฝึกดังนี้

แบบฝึกชุดที่ 1	ฝึกทักษะการสังเกต-การลงความเห็นข้อมูล
แบบฝึกชุดที่ 2	ฝึกทักษะการจำแนกประเภท
แบบฝึกชุดที่ 3	ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน-การกำหนดและควบคุมตัวแปร
แบบฝึกชุดที่ 4	ฝึกทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ-การทดลอง
แบบฝึกชุดที่ 5	ฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย-แปลความหมายแล้วลงข้อสรุป

4.2 ศึกษาสถานการณ์ เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนกำหนดปัญหาหรือหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งมีทั้งที่เป็นข้อความ รูปภาพ การสาธิตการทดลอง เป็นต้น

4.3 ฝึกทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนตอบข้อสงสัยหรือปัญหาที่พบตามความสนใจ โดยผู้วิจัยใช้หลักการและขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มาจัดเป็นกิจกรรมลงในแบบฝึกให้นักเรียนปฏิบัติตามดังนี้

แบบฝึกชุดที่ 1	บอกความหมายและประเภทของโครงงาน
แบบฝึกชุดที่ 2	หลักการเลือกหัวข้อโครงงาน และการตั้งชื่อเรื่องและจุดมุ่งหมาย
แบบฝึกชุดที่ 3	การตั้งสมมติฐานและกำหนดตัวแปร
แบบฝึกชุดที่ 4	การวางแผนและออกแบบการทดลอง
แบบฝึกชุดที่ 5	เขียนเค้าโครงเรื่องย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์

5. สร้างแบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ชุด
6. นำแบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปใช้ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาและกิจกรรมในแบบฝึก
7. นำแบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนวิชาเลือกเสรี ว 014 เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์

7.1 ทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็ก จำนวน 5 คน บันทึกปัญหา ข้อบกพร่อง เพื่อนำผลมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

7.2 ทดลองภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 40 คน แล้วนำปัญหาที่พบมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อตามลำดับขั้นต่อไปนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. วิเคราะห์เหตุการณ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่
 - 2.1 การสังเกต
 - 2.2 การวัด
 - 2.3 การจำแนกประเภท
 - 2.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
 - 2.5 การคำนวณ
 - 2.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
 - 2.7 การลงความเห็นจากข้อมูล
 - 2.8 การพยากรณ์
 - 2.9 การตั้งสมมติฐาน
 - 2.10 การนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.12 การทดลอง

2.13 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ประมาณ 2 เท่าของจำนวนข้อตามตารางวิเคราะห์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาเพื่อแก้ไขปรับปรุง

5 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปัญหารับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน

6 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกต้องให้ข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือที่ไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง - เตห์ - ฟาน (Fan, 1952 : 1 - 32)

6.1 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .20 - .80 ไว้และ

6.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปรวมจำนวน

30 ข้อ โดยข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีความเที่ยงตรงตามตารางวิเคราะห์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

7 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นตามแบบ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ. 2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น .8240

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎี ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

2. สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ซึ่งคณะกรรมการพัฒนาการและผลิตัวสคูปรณ์สอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย สรุปลงเป็น 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นระบุปัญหา

ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน

ขั้นสรุปผลการทดลองและนำไปใช้

ลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบสถานการณ์ประเภทปลายเปิด (Open form) โดยมีรายละเอียดการสร้างแบบทดสอบดังนี้

2.1 แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน

2.2 ในแต่ละข้อได้กำหนดสถานการณ์มาให้ ซึ่งมีลักษณะเป็นเรื่องใกล้ตัวพบเห็นในชีวิตประจำวัน และมีข้อย่อยจำนวน 4 ข้อเหมือนกันคือ

ข้อย่อยที่ 1 ให้นักเรียนระบุปัญหา

ข้อย่อยที่ 2 ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน

ข้อย่อยที่ 3 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน

ข้อย่อยที่ 4 ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองหรือนำผลที่ตรวจสอบไปใช้

แก้ปัญหาต่อไป

2.3 เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ให้ข้อย่อยละ 1 คะแนนสำหรับคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขหรือแนวโน้มเป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์และตรงประเด็นคำถาม ให้ 0 คะแนนสำหรับคำตอบที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขและแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์และไม่ตรงประเด็นคำถาม

3. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของสถานการณ์ และภาษาที่ใช้ จากคุณนินิจของผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าแบบทดสอบแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีข้อสถานการณ์ที่เหมาะสมจำนวน 8 ข้อ

4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน

5. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบมาตรวจให้คะแนน เมื่อรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

5.1 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยแบ่งกลุ่มที่ได้ให้นักคะแนนสูงออกมา 25 % เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มที่ได้ให้นักคะแนนต่ำออกมา 25 % เป็นกลุ่มต่ำ แล้วใช้สถิติ t-test คัดเลือกข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนก (ค่า t ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป) ผ่านเกณฑ์ไว้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2528 : 185-186) ได้ 7 ข้อจากนั้นใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที) เป็นเกณฑ์ในการกำหนดจำนวนข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้จำนวน 5 ข้อ

5.2 นำข้อสอบที่คัดเลือกมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficeint) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170-170) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.73

6. นำแบบทดสอบไปใช้จริงต่อไป

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1 และข้อ 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 87)

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t - distribution
 D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
 N แทน จำนวนคู่

ตาราง 1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกกิจกรรม
 โครงการวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

การสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์	การสอนตามแนวการสอนของ สสวท.
<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม</u></p> <p>1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>1.2 นักเรียนศึกษาเนื้อหาและสถานการณ์ในแบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์</p> <p>2. <u>ขั้นปฏิบัติกิจกรรม</u></p> <p>นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์</p> <p>3. <u>ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม</u></p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่</p> <p>3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการทำโครงการวิทยาศาสตร์</p> <p>3.3 นักเรียนฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์</p>	<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม</u></p> <p>1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา</p> <p>1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐานของกิจกรรมและวิธีปฏิบัติกิจกรรม</p> <p>1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อควรระวังและข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำกิจกรรม</p> <p>2. <u>ขั้นปฏิบัติกิจกรรม</u></p> <p>นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการในแบบเรียน</p> <p>3. <u>ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม</u></p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่</p> <p>3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน</p>

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านผลการวิจัย ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
\bar{X}_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
\bar{X}_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
\bar{D}	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนในแต่ละคู่
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ t -test แบบ dependent แสดงผลดังแสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{D}	t
กลุ่มทดลอง	25	18.36	20.32	- 1.92	- 1.53
กลุ่มควบคุม	25	18.36	21.64		

$$t (.05 , 24) = 2.064$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 2 พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอน ตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ t-test แบบ dependent ได้แสดงผลดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_1	\bar{X}_2	D	t
กลุ่มทดลอง	24	9.29	14.79	3.0	2.44*
กลุ่มควบคุม	24	9.29	12.13		

$t (.05, 23) = 2.069$ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 3 พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอน
โดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนของ สสวท. โดยมีสาระสำคัญดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนของ สสวท.
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท.

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกัน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 มัธยมศึกษาสัตตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ซึ่งได้มาจากการสุ่มจำนวนห้องเรียน 2 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้ง 6 ห้องเรียน จากนั้นสุ่มอีกครั้งด้วยวิธีการจับสลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 12 คาบ โดย

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ในวิชาเลือกเสรี ว 014

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้แก่

2.1 แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ชุด แบ่งเป็น

แบบฝึกชุดที่ 1 ฝึกทักษะการสังเกต - การลงความคิดเห็นข้อมูล

แบบฝึกชุดที่ 2 ฝึกทักษะการจำแนกประเภท

แบบฝึกชุดที่ 3 ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานและการกำหนดและควบคุมตัวแปร

แบบฝึกชุดที่ 4 ฝึกทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติ - การทดสอบ

แบบฝึกชุดที่ 5 ฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย - แปลความหมาย
และลงข้อสรุป

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบปรนัย

เลือกตอบ 5 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งแปรตามขั้นตอน
วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.73

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.2 สุ่มนักเรียนโดยการจับคู่เรียงตามลำดับคะแนนวัดความสามารถด้านทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งหมด 25 คู่ จำนวน 50 คน และความสามารถทางการแก้
ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 24 คู่ จำนวน 48 คน

3.3 ดำเนินการสอนทั้งสองกลุ่มในระยะเวลาเท่ากันคือ 12 คาบ ๆ ละ
50 นาที โดย

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ในวิชาเลือกเสรี ว 014

3.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลองทดสอบกลุ่มตัวอย่าง (Post-test) ด้วยแบบทดสอบ
วัดความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.5 ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้ t -test แบบ Dependent
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองควบคุมโดยใช้ t -test แบบ Dependent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ในวิชาเลือกเสรี ว 014 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ในวิชาเลือกเสรี ว 014 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำมาอภิปรายเป็นลำดับ ดังนี้

1. ศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ในวิชาเลือกเสรี ว 014

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอน

ตามแนวการสอนของ สสวท. ในวิชาเลือกเสรี ว 014 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาความรู้เหมือนกัน ซึ่งกลุ่มควบคุมจะมีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในรูปของกิจกรรมในแบบเรียน ส่วนในกลุ่มทดลองได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

ประการที่สอง นักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะและหาความรู้ที่มีการปฏิบัติการทดลองแล้วในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งทำให้นักเรียนมีความพร้อมในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงทำให้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

จากสาเหตุที่กล่าวมาสองประการสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปรีชา กล้ารัศมี (2526 ; 70-83) ที่ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผลปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและจากงานวิจัย ของ วณา ชลประเวศ (2526 ; 79-83) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีสอนแบบใช้เกมกับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ผลปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ในวิชาเลือกเสรี ว 014

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ในวิชาเลือกเสรี ว 014 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ประการแรก เนื่องจากการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ระบุแนวทางการแก้ปัญหาแล้วให้นักเรียนหาทางเลือกในการแก้ปัญหาคด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบปลายเปิด โดยให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ซึ่งเป็นลักษณะรวมของสิ่งเร้าทั้งหลาย ทำให้นักเรียนอยู่ในสภาวะที่มีความลำบากยุ่งยาก กาเย่ (Gagne. 1970 : 63) นักเรียนจะพยายามตรวจสอบข้อมูลในสถานการณ์ที่ครูให้มาว่า อะไรคือปัญหา มีการตั้งสมมติฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และตรวจสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่ และจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียร์เจต์ (Piaget. 1962 : 63) ที่ว่านักเรียนที่มีอายุ 11-15 ปีจะมีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในขั้นคิดใช้นามธรรม (Stage of Formal Operation) คือนักเรียนจะสามารถเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาและคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อน รวมถึงการเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นธรรมได้ การที่นักเรียนได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์จึงเป็นการฝึกการค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาหรือคำถามที่สงสัย มีการจัดทำเค้าโครงของโครงงาน วางแผนการศึกษาค้นคว้า มีการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ ดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล ประดิษฐ์คิดค้น รวมทั้งมีการแปลผล สรุปผลการทดลอง และเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามกิจกรรมในแบบฝึกที่จัดขึ้นตามหลักการ ขั้นตอน และประเภทของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยนักการศึกษาและสถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้อง (Seymour. 1964 : 91-95 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530 : 4 และธีระชัย ปุณณโชติ. 2531 : 1-2) ได้กล่าวถึงลักษณะของโครงงานวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และจากงานวิจัยของนันทเดช โชคदार (2532 : 58) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนหาทางเลือกในการแก้ปัญหาคด้วยตนเองจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการบอกวิธีแก้ปัญหาให้

ประการที่สอง นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีโอกาสศึกษาสถานการณ์ที่จัดไว้ ซึ่งมีทั้งรูปภาพและข้อความเป็นการดึงดูดและเร้าความสนใจจูงใจให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น นักเรียนได้รับการสอนอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอตลอดระยะเวลา 12 คาบ

โดยในแต่ละคาบนักเรียนได้รับสถานการณ์ใหม่ ๆ ไม่ซ้ำกันและมีแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อให้
นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอย่างมีหลักการซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไคด์
เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise)

(สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์มพรรณ์. 2523 : 52-62 อ้างอิงมาจาก Thorndike.
n.d.) ที่กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องและ
สามารถทำได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 70)
ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับนักเรียน
ที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานจะมีความสามารถในการ
การแก้ปัญหาแตกต่างกัน

ประการที่สาม การสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการสอนที่เปิด
โอกาสให้นักเรียนศึกษาเป็นรายบุคคลและเป็นรายกลุ่ม ในขณะที่นักเรียนศึกษาเป็นรายบุคคลจะช่วยให้
นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของตน โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษา (วาสนา ชาวหา.
2522 : 139-140) ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักคิด วิเคราะห์ ตัดสินใจ
รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และในขณะที่นักเรียนเป็นกลุ่มนักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิด
ซึ่งกันและกัน มีการสื่อความหมายด้วยประโยคที่เข้าใจง่ายในระดับเดียวกัน นักเรียนได้มีการ
อภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน ทำให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาดีขึ้น สอดคล้อง
กับงานวิจัยของแอลเลน (Allen. 1976 : 371) ที่ศึกษาพบว่า การพูดคุยระหว่างเพื่อนด้วย
กันสามารถทำความเข้าใจและสื่อความหมายมากขึ้น และจากงานวิจัยของกาดริลลี (Gadrielli.
1972 : 5650-A) ที่ศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทาง
บวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับสติปัญญา และประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้
อื่น สำหรับนักเรียนที่ได้รับการสอนตอนคู่มือคู่มือการอภิปรายแก้ปัญหาร่วมกันทั้งห้องซึ่งเป็นกลุ่มใหญ่
เกินไป ทำให้นักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์กันน้อย ครูไม่สามารถชักถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น
ได้ทุกคนเพราะต้องใช้เวลามาก นักเรียนบางคนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นเพราะอายครู อายเพื่อน
จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกคิด ฝึกแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึง และจากงานวิจัยของ
สมศรี เพชรขจร (2531 : 37) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปราย

ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของหอมนวล ใจชื่อ (2529 : 63-64) ที่ศึกษาพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

จากสาเหตุที่กล่าวมาทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูควรฝึกให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพด้าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ควรมีการสร้างแบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ขึ้นใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการเพิ่มพูนความรู้เพื่อให้นักเรียนมองเห็นปัญหาหรือพบกับสถานการณ์ที่ตัวเองสนใจในการคิดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและชีวิตประจำวัน

1.3 ครู-อาจารย์ ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาควรมีการฝึกทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง

1.4 การสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐานการออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร การสื่อความหมาย สรุปผลจากความเห็นจาก ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน

2.2 ควรมีการศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีสื่อประสม เช่น แผ่นใส สไลด์ วีดิโอเทป

2.3 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกับแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น



บรรณานุกรม

- กมล เพื่องฟัง. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงการวิทยาศาสตร์โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- กมลรัตน์ หล้าสว่างษ์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : มกุฏราชวิทยาลัย. 2523.
- กันยารัตน์ ฤทธิบำรุง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2531. อัดสำเนา.
- กาญจนา ลากรวัย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- กิ่งฟ้า สีนดวงษ์ และอื่น ๆ. รายงานการวิจัย เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2525.
- กิตติ กล่อมเกลี้ยง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ , สำนักงาน. แนวคิดการจัดการศึกษาในอนาคต. กรุงเทพฯ :

กองการสารสนเทศ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2532.

คณิน นาคะไพบูลย์. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยทำและไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม

กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัดสำเนา.

✓ จันทร์ชัย หญิงประยูร. "โครงงานวิทยาศาสตร์" ใน คู่มือครูกิจกรรมวิทยาศาสตร์นอกห้อง หน้า

131-147 กรุงเทพฯ : ดาวศิลป์การพิมพ์, 2524.

จรรยา สุขพันธ์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่อง

สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยให้บทเรียนสำเร็จรูปกับ

การสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.

จิรพรรณ แสงหล้า. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ

ทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านกาดวิทยาคม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน, 2532.

อัดสำเนา.

จินตนา ราชรองเมือง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวนวิธีการแก้

ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.

ฉวีวรรณ กีนาวงษ์. หลักการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์. พิษณุโลก : มหา

วิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2527.

ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2516 .

ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ

ผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.

วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

2529. อัดสำเนา.

ชาญชัย ลวิตรังสิมา และเชติวิทย์ ฤทธิประศาสน์. การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523.

โชติ เพชรชื่น . "แบบทดสอบสถานการณ์" การวัดผลการศึกษา. 5(2): 7-16 : กันยายน

-ธันวาคม 2526.

ถนอมจิตต์ เสนมา. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยม

ศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยเทคนิคการสอนแบบสืบสวนแบบการจัดกิจกรรมอภิปราย

ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อุดสำเนา.

ธีระชัย ปุณฺโฑโชติ . การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ คู่มือสำหรับครู. กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

งนุช มาบุตร . การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้ง

สมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับ

การสอนตามคู่มือ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2532. อุดสำเนา .

งนุช วรรณวณะ . การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์กับผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง.

วิทยานิพนธ์ กศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

2514. อุดสำเนา.

มันทนา จงสุขสันตกุล. ปัญหาของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับ

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัฐบาล ในเขตกรุงเทพมหานคร, วิทยานิพนธ์ กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อุดสำเนา.

นันทยา บุญเคลือบ. "โครงงานวิทยาศาสตร์" . ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี. 13 : 46-50 : กรกฎาคม - กันยายน 2528.

น้อยทิพย์ คัสตรศาสตร์. การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน
ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.
อัครสาเนา.

นิตา สะเพียรชัย. "ธรรมชาติวิทยาศาสตร์" ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี. 8 : 2-8 : มีนาคม - เมษายน 2522. ศรีนครินทร์วิโรฒ
ประสานมิตร, 2527. อัครสาเนา.

นิตยา ฤทธิโยธิตี. การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ. กรุงเทพฯ : เอกสารเผยแพร่
ความรู้ทางการสอนภาษาไทย หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2520.

เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชั้น. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำและไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์.
วิทยานิพนธ์ ค.ม กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัครสาเนา.

บุญเชิด ภิญโญนันต์พงษ์. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์. แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ
ประสานมิตร, 2526.

บุญเลี้ยง พลอาวุธ. "การเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา." มิตรครู 10 : 45-46 :
พฤษภาคม - มิถุนายน 2511.

บุญสม สติธัยถาวร. สมรรถภาพของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์
ศค.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัครสาเนา.

เบญมาศ สันประเสริฐ. การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ปริญญาโท ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร,
2533. อัครสาเนา.

- เบญจวรรณ สมพงษ์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิด ทักษะคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาวัดธาตุทอง กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.
- ปัญญา อุทัยพัฒนาและอรุณดิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ. "การจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา." ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. หน่วยที่ 8-15 หน้า 333-403 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2527.
- ประภาพร สุวรรณรัตน์. การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : หน่วยงานนิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524.
- ประสาธ อิศรปริดา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟิค-อาร์ต, 2523.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ปรีชา กันตรง. ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- ปรีชา ธรฤทธิ์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วย

- แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ปรีดา นิคโสระ . การศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหา ข้อคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับโครงการ วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2532. อัดสำเนา.
- พกามาศ วรานันต์กุล. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมัธยมศึกษาตอน ปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามประเมินผลของครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- พนม พงษ์ไพบูลย์. ระบบการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของชาติ. กรุงเทพฯ : สำนัก นายกรัฐมนตรี, 2533.
- พยอม ตันมณี. การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาในรูปแบบ เช็บปัดหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป. ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหา- วิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- พรรณา หิมารัตน์. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม ชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์อุปกรณ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์อุปกรณวิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียน. ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- พรรณี ชูทัย. จิตวิทยาการเรียนการสอนสำหรับครูในชั้นเรียน กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2522.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบ ทางการศึกษาและจิตวิทยา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
- ไพรัตน์ สุวรรณแสดง. "การทำและการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ," ใน คู่มือครู แนวคิด และทรรศนะ ทางการศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนเด็กเริ่มเรียนที่พูดสองภาษา. หน้า 198-190 กรุงเทพฯ : สำนักงานศึกษาธิการเขต 11, 2517.

มังกร ทองสุคติ. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์บัวหลวงการพิมพ์, 2522.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาคณะกรรมการพัฒนา
การสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย,
 2525.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 กรุงเทพฯ : คณะ
อนุกรรมการพัฒนาการสอนและการผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวง มหา-
วิทยาลัย, 2525.

ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. กรุงเทพฯ: คณะอนุกรรมการ
พัฒนาการสอนและการผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.

โยธิน ศรีโสภะ. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลัก
สูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

รุจี ไรจน์ประศาสน์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทศนคติทางวิทยา-
ศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.
อัดสำเนา.

รัชณี ศาสตร์บุรณศิริ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่าง
กัน เขตกรุงเทพมหานครที่สอนโดยการสอนสาธิตการทดลอง กับการปฏิบัติการทดลอง.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
อัดสำเนา.

รุ่งชิวา สุชาติ. การศึกษามลภาวะฝักออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
อัดสำเนา.

ละดา ดอนหงษา และรัชนี ศาสตราจารย์ ผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดย เกมฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทศึกษาพร จำกัด. 2528.

ลัดดา สายพานทอง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

ลัดดาวลัย ห่วงพานิช. พัฒนาการวัดผล 14 สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2521.

วรรณถ พ่วงสุวรรณ และลัดดา สายพานทอง. การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์นธ์ เตชะคุปต์. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2523.

วรรณดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

วารี รุจิวิโรตม. การศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.

วิชาการ,กรม. การวิจัยสังเคราะห์กระบวนการหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ, 2532.

นโยบายการใช้และการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนและแนวการใช้สื่อการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ฉบับใช้ในโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตร. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2533.

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2533.

วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

วิทยา ทวีทรัพย์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุดรวิทยานุกูล จ.อุดรธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. ถ่ายเอกสาร.

วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. สมาคม. การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ประจำปี 2528. กรุงเทพฯ : พันที่นับบลีซซิ่ง, 2526.

วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, สมาคม. การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ประจำปี 2530. กรุงเทพฯ : พันที่นับบลีซซิ่ง, 2530..

วิระ เมืองช้าง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทระประดิษฐ์ราม กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

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

ศิลาชัย บุรณานิช. ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ของกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือการใช้หลักสูตร. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2523.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , สถาบัน. เอกสารประกอบการอบรมครูวิทยาศาสตร์
ทั่วไประดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี, 2517.

_____ . ปรัชญาและการสอนวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2519.

_____ . ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี, 2526.

_____ . แนวทางในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโครงการพัฒนาผู้ที่มี
ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2529.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. การพัฒนาแบบวัดความสามารถพิเศษทาง
วิทยาศาสตร์. แบบวัดบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สาขาวิจัยและ
ประเมินผล ฝ่ายประสานงานโครงการ นสวท. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี, 2530.

_____ . คู่มือการจัดกิจกรรมโครงการงานวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2531.

_____ . การศึกษาเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะบางประการของนักเรียนในและนอก
โครงการ นสวท. รุ่นที่ 1. กรุงเทพฯ : สาขาวิจัยและประเมินผล ฝ่ายประสานงาน
โครงการ นสวท. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2531.

_____ . คู่มือการทำและการจัดงานแสดงโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (เอกสาร
สำหรับครู). พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี, 2531.

สมจิต สวธน์ไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป. อัดสำเนา.

- . การพัฒนาการสอนครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- สมจิต สวธนไพบลูย์ และสมจิต สมัตถพันธ์. ทิศทางในการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในช่วงศตวรรษที่ 21. การศึกษาสำหรับปวงชน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
- สมศรี เพชรขจร. การศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ - ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา
- สวณา พรพัฒน์กุล. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ-ประสานมิตร, 2522.
- สามัญศึกษา , กรม. คู่มือการจัดกิจกรรมนักเรียนชุมนุมวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : หน่วยงานนิเทศก์ กรมสามัญศึกษา สำนักงานศึกษาธิการเขต 1 กรมสามัญศึกษา, 2526.
- . "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา," วารสารการวิจัยทางการศึกษา. หน้า 21-27 กรุงเทพฯ : หน่วยงานนิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2526.
- สายหยุด สมประสงค์. ยุทธศาสตร์การคิด. กรุงเทพฯ : หน่วยงานนิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. 2523.
- สาโรช บัวศรี. "การรับผิดชอบในการตัดสินใจ." ศูนย์ศึกษา 9 : 5-10 : เมษายน.
- สุจรีต เนียรชอบ และสายใจ อินทร์มพรรณ. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนานาณิช, 2523.
- สุดารัตน์ จินดาวงษ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนกับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- สุนันท์ สัจจอ่อน. "ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์." วิทยาศาสตร์. 4 : 337-345 : เมษายน 2523.
- สุรางค์ สากร. การศึกษาวิเคราะห์โครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

พุดศักดิ์กราช 2529-2531. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
 อัดสำเนา.

สวัณก์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนของครูวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ (เล่ม 2).
 กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์ เซ็นเตอร์ จำกัด, 2531.

เสงี่ยม วิไลรักษ์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา.
 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
 อัดสำเนา.

หอมมวล ใจชื่อ. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน.
 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
 อัดสำเนา.

อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียน และทัศนคติของนักเรียน ชั้น ม.ศ 2 และ ม.2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. 509.2
 ๑151 น
 153.92๑
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.

อารมณั์ เพชรชื่น. เทคนิคการวัดผลประเมินผลการศึกษาระดับประถมศึกษา. ชลบุรี. ภาควิชา
หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน : 2527.

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

อุทัย บุญมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและตามคู่มือครู สสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

เอกวิทย์ ณ ถลาง. "การจัดการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา." เอกสารรายงาน การสัมมนาทาง
วิชาการ เรื่อง หลักสูตรมัธยมศึกษา. หน้า 20-21 กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ, 2530.

Barnett J.A. Geoffrey Broughton and Thomas Greenwood. Teacher's Hand Book 2 Success with English the Penquin Course. Middless, penquin Book Company 1969.

Billeh, Victor Y. and George A Zakhariades. "The Development and Application of a Scale for Measuring Scientific Attitude," "Science Education. 59(2) :155-156, April - June 1957.

Butts, David. The Teaching of Science A Self Directed Planning Guide. New York : Harper & Row, 1974.

Childress, Phillip NORvin. "The Effect of Science Project Production on Cognitive level Transition in Adolexents "Dissertation Abstracts International. (43):3280-A ; April, 1983.

Curtis, Francis D. and Mullinson, George G. 1955 Science in Daily life. Boston :Ginn and Company.

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

Dewey, Johg. Moral Principle in Education. Boston Houghton Miff in Co. 1976.

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

Fan , Chung-Teh, Item Analysis Table, Princeton, Newjersey, Education Testing service, 1952.

Francis D. Curtis and George Greisen Mallinson. Science in Daily Life (Boston : Ginn and Company, 1955) p. 535.

Gabrielle, Ralph B. "A Study of the Characteristics of Pre-Service Teachers Identified on an Experimental Instrument as High or Low in Problem - Solving Ability," Dissertation Abstracts International. 32 : 5650 - A; April, 1972.

Gagne Robert H. The Conditions of Learning, 2nd ed, New York : Holt Rinehart and Winston, Inc, 1970.

Gauld, Colin, "The Scientific Attitude and Science Education : A Critical Reappraisal," Science Education. 66 : 109-121, January 1982.

Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Good. Carter, New York. McGraw-Hill Company, 1973.

Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York McGraw-Hill, Book Company, 1976.

Gupta, S.K. 1981. Teaching Physical Sciences in Secondary Schools. New Delhi : Sterling Publishers Private, Limited.

Hollowell, K.Am. "A Flow Chart Model of Cognitive Process in Mathematical Problem Solving." Dissertation Abstracts International. (37) 8015-A; June 1977.

Kolebas, Patricia. "The Effect on the Intelligence, Reading, Mathematics, and Interest in Science Levels of Third Grade Students Who Have Participated in Science A Process Approach Since First Entering School," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443 - A ; February, 1972.

Morgan, Clifford T. "Thinking and Problem Solving," A Brief Introduction to Psychology. 2nd ed., New Delhi :Tata McGraw-Hill Co., 1978.

- Nabor, Donald G. "A Comparative Study of Academic Achievement and Problem Solving Abilities of Black Pupils at The Intermediate Level in Computer Supported Instruction and Self - Contained Instructional Purcess, "Dissertation Abstracts International. (36) : 3241 - A; December, 1975.
- Olarinoye, R.D. "A Comparative Study of Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School." Dissertation Abstracts International. 8 (39) : 484 - A; Februsry, 1978
- Piaget, Jean. "The Stage of the Intellectual Development of the Child," Thinking and Resoning. Penquin Book. Ltd,. 1962.
- Polya, Geored, How to Solve It. New York. Double day & Company, 1957.
- Riley, Joseph Phillp. "The Effect of Science Process Training on Preservice Elementary Teacher' S Process Skills Abilities Understanding of Science. Attitudes Toward Science and Science Teaching". Dissertation Abstracts International. (35) :5153-A, February, 1975.
- River, Willga M. Teaching Foreign Language Skills. The University of Chicago Press, 1968.
- Serlin, Ronald Charles. "The effect of a Discovery Laboratory on the Science Process, Problem-Solving, and Creative Thinking Abilities of Undergraduate," Dissertation Abstracts International. (37) : 5729 A-5730 A.; February
- Seymour, B. Fower. Secondary School Science Teaching ties New York :The Renter for Applied Research in Education, Inc, 1964

Shaw, Terry J. "The Effect of Problem Solving Training in Science Upon Utilisation of Problem Solving Skills in Science and Social Studies," Dissertation Abstracts International. 9 (38) :5227-A March, 1978.

Sherburen, E.D. Jr. How to Organize and Conduct : a Science Engineering Fair. Washington D.C., 1985 (Draft Version)

Stollburg, R.J. "Problem Solving, The Process Games in Science Teaching" Science Teacher. (23) :225-228; September, 1956.

Subutnik. Lena Faye, "Scientific Creativity: 1985 Westinghouse Science Talent Search Winner Problem Finding Behavior" Dissertation Abstracts International. (45) : 317 - A ; May, 1985.

Vandermann, B.A. and P.C. Parfitt. "The Nuts and Bolts of Science Fairs," Science and Children. (2) : 14 ; October, 1985.

Weir. "Problem Solving is Everybody's Problem". Science Teacher. (4) : 16-18 ; April, 1974.





ตาราง 4 คະแนนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาเลือกเสรี ว 014
เรื่อง เริ่มต้นกับโครงการวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียน

คู่มือ	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	26	26
2	25	25
3	24	24
4	23	23
5	23	23
6	23	23
7	22	22
8	21	21
9	21	21
10	20	20
11	20	20
12	19	19
13	18	18
14	17	17
15	16	16
16	16	16
17	15	15
18	15	15
19	15	15
20	15	15

ตาราง (ต่อ)

คู่ที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
21	14	14
22	13	13
23	13	13
24	13	13
25	12	12
รวม	459	
X_1	18.36	18.36

ตาราง 5 คะแนนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาเลือกเสรี ว 014
เรื่อง เริ่มต้นกับโครงการวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียนคนที่	คะแนนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลต่างของ	ผลต่างของ
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	คะแนน (D)	คะแนน ยกกำลังสอง (D ²)
1	27	24	3	9
2	26	25	1	1
3	24	24	0	0
4	23	25	-2	4
5	17	22	-5	25
6	24	27	-3	9
7	21	28	-7	49
8	24	19	5	25
9	23	26	-3	9
10	26	21	5	1
11	22	25	-3	25
12	17	16	1	4
13	20	25	-5	16
14	21	23	-2	144
15	21	17	4	1
16	11	23	-12	16

ตาราง 5 (ต่อ)

นักเรียนคู่ที่	คะแนนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลต่างของ	ผลต่างของ
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	คะแนน (D)	คะแนนยกกำลังสอง (D ²)
17	19	18	1	1
18	20	16	4	16
19	20	23	-3	9
20	20	22	-2	4
21	20	24	-4	16
22	18	13	5	25
23	15	15	0	0
24	12	18	-6	26
25	17	22	-5	25
รวม (N)	508	541	-33	487

ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

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

$$= \frac{-33}{\sqrt{\frac{(25 \times 487) - (-33)^2}{24}}}$$

$$= \frac{-33}{\sqrt{\frac{12175 - 1089}{24}}}$$

$$= \frac{-33}{\sqrt{\frac{11086}{24}}}$$

$$= \frac{-33}{21.49}$$

$$= -1.535$$

ตาราง 6 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชาเลือกเสรี ว 014
เรื่อง เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบก่อนเรียน

คู่ที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	18	18
2	16	16
3	14	14
4	13	13
5	13	13
6	11	11
7	11	11
8	11	11
9	11	11
10	10	10
11	9	9
12	9	9
13	8	8
14	8	8
15	8	8
16	8	8
17	7	7
18	7	7
19	6	6
20	6	6

ตาราง (ต่อ)

คู่ที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
21	5	5
22	5	5
23	5	5
24	4	4
รวม	223	223
X_2	9.29	9.29

ตาราง 7 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์วิชาเลือกเสรี ว 014
เรื่อง เริ่มต้นกับโครงการวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียนคนที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	ผลต่างของคะแนน D	D ²
1	17	15	2	4
2	17	15	2	4
3	16	16	0	0
4	19	18	1	1
5	9	13	-4	16
6	16	15	1	1
7	12	14	-2	4
8	14	15	-1	1
9	18	12	6	36
10	17	6	11	121
11	17	8	9	81
12	15	14	1	1
13	5	17	-12	144
14	18	12	6	36
15	19	13	6	36
16	14	15	-1	1
17	12	5	7	49
18	15	11	4	16
19	17	10	7	49

นักเรียนคนที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	ผลต่างของคะแนน D	D ²
20	3	4	-1	1
21	14	18	-4	16
22	18	7	11	121
23	15	14	1	1
24	18	4	14	196
	355	291	72	936

ความสามารถในการแก้ปัญห

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

$$= \frac{68}{\sqrt{\frac{(24 \times 936) - (68)^2}{23}}}$$

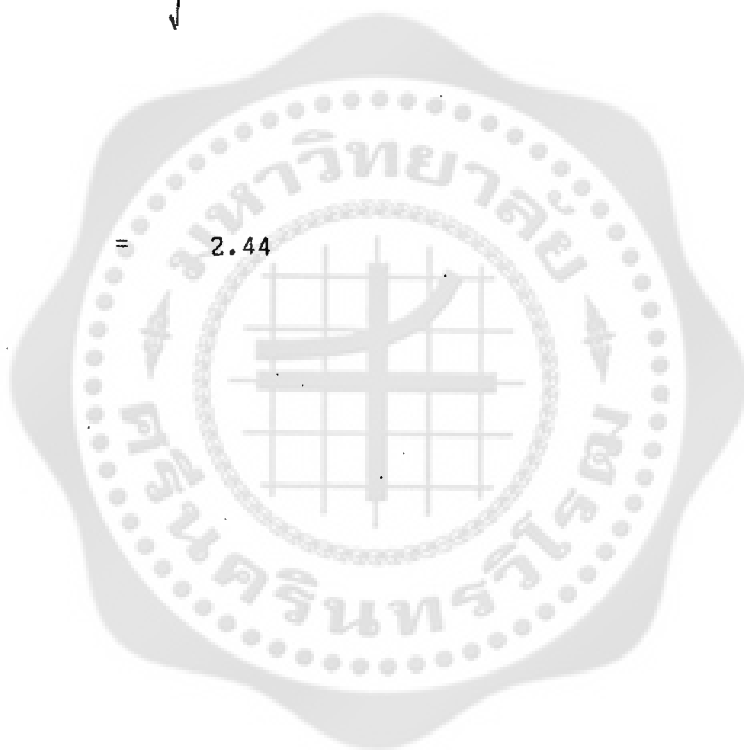
$$= \frac{68}{\sqrt{\frac{22464 - 4624}{23}}}$$

$$= \frac{68}{\sqrt{\frac{17840}{23}}}$$

$$= \sqrt{\frac{68}{775.65}}$$

$$= \sqrt{\frac{68}{27.85}}$$

$$= 2.44$$

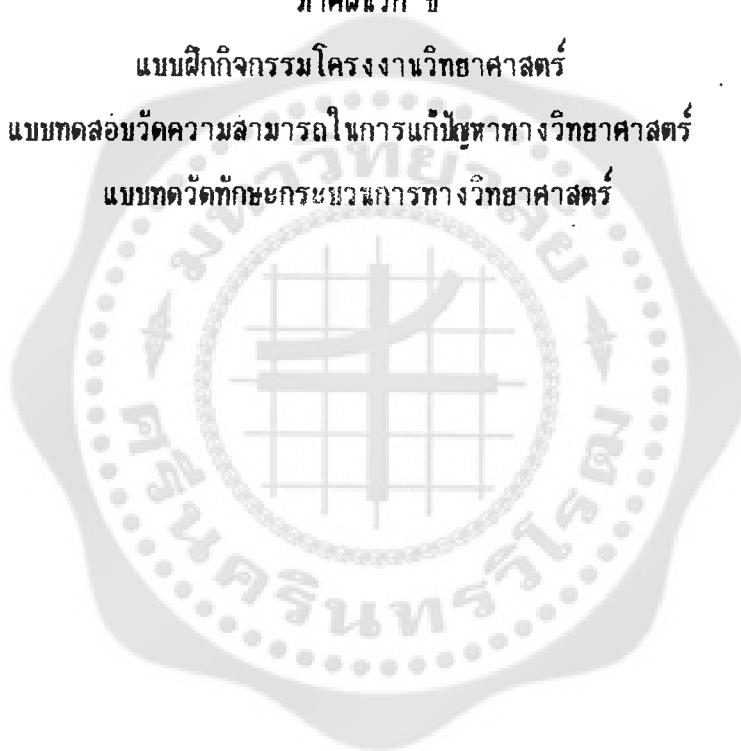


ภาคผนวก ข

แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 1



ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(การสังเกต - การลงความเห็นจากข้อมูล)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือประสาทสัมผัสทั้งห้า เข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติหรือจากการทดลองโดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ประสาทสัมผัสทั้งห้าได้แก่ ตา จมูก หู ผิวกาย และลิ้น
เมื่อให้นักเรียนสังเกตผลส้ม จะได้ว่า.....

ส้มมีสีเขียว	ใช้ประสาทสัมผัสทาง	"ตา"
ใช้ตำมปากกาเคาะส้ม จะได้ยินเสียงดังตุ้มๆ	"	"หู"
เอามือลูบผลส้มจะรู้สึกลื่นมือ	"	"ผิวกาย"
แกะเปลือกส้มแล้วดมกลิ่น	"	"จมูก"
ให้นักเรียนชิมส้ม	"	"ลิ้น"

การสังเกตแบ่งออกเป็น การสังเกตเชิงคุณภาพ (ตามที่กล่าวข้างต้น) กับการสังเกตเชิงปริมาณ เช่น ส้มมีขนาดเท่าใด มีน้ำหนักประมาณกี่กรัม หรือมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณกี่เซนติเมตร การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาอธิบายอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ประสบการณ์เดิม และใช้กระบวนการทางสมองคิดค้น เกี่ยวกับความหมายของข้อมูลที่ได้รับมา หรือเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วย เป็นการตอบเกินข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ซึ่งมีความแตกต่างจากการสังเกตอย่างชัดเจน กล่าวคือ การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเข้าไปสำรวจเท่านั้น

"การสังเกต - การลงความคิดเห็นจากข้อมูล"

คำชี้แจง พิจารณาข้อความต่อไปนี้ข้อใดเป็นการสังเกตและข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูลให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย (✓) ลงตามช่องที่กำหนด พร้อมทั้งบอกเหตุผลสั้นๆ ประกอบการอธิบายด้วย

ข้อความ	การสังเกต	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	เหตุผล
1. ดอกไม้ดอกนี้กลีบสีขาว กลิ่นหอม			
2. คืนนี้ท้องฟ้าไม่มีดาว			
3. ไข่ต้มหอมเมื่อนำออกจะมีกลิ่นเหม็นไม่น่าดม			
4. บุหรี่มวนนี้มีสีสวย สูดแล้วอันตราย			
5. ปลาไหลปากขึ้นมาเหนือน้ำส่งเสียงจับ ๆ			
6. วันนี้อากาศร้อนอบอ้าว			
7. กระดาษหลังเผาไหม้มีสีดำ			
8. บอระเพ็ดมีรสขมเหมือนยา			
9. เมล็ดครีม ฝนตกแน่			
10. น้ำมันเขาลอยน้ำได้			

นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ พร้อมทั้งร่วมกันพิจารณาตอบคำถามในตอนท้ายของข้อความ

สิ่งแวดล้อม

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงคำว่า "สิ่งแวดล้อม" ก็มักมีผู้เข้าใจไปถึงเรื่องของน้ำเน่า ควัน และไอเสียจากรถยนต์หรือขยะมูลฝอย ฯลฯ แต่โดยความจริงแล้ว สิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่มีความสำคัญและขอบเขตกว้างกว่านั้นมาก เนื่องจากสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาในเรื่องของความสมดุลของธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการใช้ทรัพยากรที่ไม่ถูกต้องนั่นเอง

นักวิชาการสิ่งแวดล้อมหลายท่าน ได้พยายามให้คำจำกัดความของคำว่า สิ่งแวดล้อม ว่า หมายถึง... ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเรา แบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ น้ำ อุดหภูมิ แสงสว่าง และอื่น ๆ กับสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต ได้แก่พืชและสัตว์ต่าง ๆ นั้นเอง

เมื่อนักเรียนมองไปรอบตัว สิ่งที่นักเรียนพบเห็นก็เป็นสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ในขณะที่เดียวกันนักเรียนก็เป็นสิ่งแวดล้อมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น

คำถาม

ถ้านักเรียนไปอยู่บริเวณที่แตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าสิ่งแวดล้อมของนักเรียนจะแตกต่างไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร

ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ ภายในเวลา 15 นาที

1. สำรวจสิ่งต่าง ๆ จากบริเวณที่ได้รับมอบหมายจากแผนผังของโรงเรียนว่า มีสิ่งใด อยู่บ้างและมีปริมาณมากน้อยเพียงใด
2. บันทึกชื่อ . สิ่งของและปริมาณของสิ่งที่พบ พร้อมทั้งระบุแหล่งที่พบลงในตารางที่กำหนด

บริเวณที่สำรวจ	สิ่งมีชีวิต			สิ่งไม่มีชีวิต		
	ชื่อ	ปริมาณ	ที่อยู่	ชื่อ	ปริมาณ	ที่อยู่

3. ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 นักเรียนได้พบสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่สำรวจหรือไม่ ถ้าพบเป็นพืชหรือสัตว์

3.2 หลังจากให้นักเรียนได้ออกสำรวจบริเวณโรงเรียน นักเรียนพบว่า ในบริเวณที่ต่างกันนั้น สิ่งแวดล้อมของนักเรียนได้แตกต่างกันไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร

โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อตอบข้อสงสัยหรือปัญหาที่พบตามความสนใจและระดับความรู้ของนักเรียนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เขียนเป็นโครงการเพื่อเป็นแนวทางการศึกษาต่อ มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางไว้ภายใต้การแนะนำปรึกษา ช่วยเหลือและดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษา เป็นกิจกรรมที่สามารถทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

หลักการของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือความจริงและการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งหมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นต้องยึดหลักความจริงที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ
2. คำนึงถึงเสรีภาพและเศรษฐกิจ หมายถึง การให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงการในเรื่องโดยคำนึงถึง วัสดุอุปกรณ์และเงินทุนที่มีอยู่เป็นองค์ประกอบ
3. เป็นการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. การทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มุ่งฝึกให้นักเรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาด้วยตนเองมิได้เน้นการส่งประกวดเพื่อรับรางวัล

ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การคิดและเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
2. การวางแผนในการทำโครงการ
3. การลงมือทำโครงการ
4. การเขียนรายงาน
5. การแสดงผลงาน

ปัญหา มีผู้ให้ความหมายของปัญหาไว้ว่า

- **ปัญหา** คือ สถานการณ์ที่ระบุเป้าหมาย แต่ซ่อนไว้ซึ่งแนวทางที่จะไปสู่เป้าหมาย
- **ปัญหา** คือ ช่องว่างระหว่างสิ่งที่เรารับรู้กับสิ่งที่เราไม่รู้ การแก้ปัญหาคือ การเชื่อมช่องว่างนั้น
- **ปัญหา** แตกต่างกับแบบฝึกหัด ปัญหาของคนหนึ่งอาจเป็นแบบฝึกหัดของอีกคนหนึ่ง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาและตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากการที่นักเรียนออกไปสำรวจสิ่งแวดล้อม นักเรียนได้พบสิ่งมีชีวิตชนิดใดมากที่สุดในบริเวณที่สำรวจ นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีจำนวนมาก

2. สิ่งมีชีวิตที่นักเรียนพบน้อยที่สุดในบริเวณที่สำรวจคืออะไร นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีจำนวนน้อย และถ้าไม่มีสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นเลยจะเกิดอะไรขึ้น

3. ถ้าเกิดฝนตกในบริเวณที่นักเรียนสำรวจ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรบ้าง

4. จากการสำรวจสิ่งแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน สิ่งแวดล้อมใดที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิต

แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

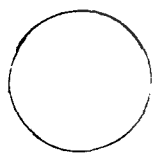
(การจำแนกประเภท)

การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การแบ่งสิ่งของต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถเรียงอันดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตนเอง

เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทถ้าเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เกณฑ์ที่ใช้มักจะเป็นสี รูปร่าง ขนาด ลักษณะ ผิว วัสดุที่ใช้ ประโยชน์ ราคา ส่วนสิ่งมีชีวิตมักจะใช้เกณฑ์ที่มีลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น อาหาร การสืบพันธุ์ ที่อยู่อาศัย การเคลื่อนไหว เป็นต้น

ในการจำแนกวัสดุหรือสิ่งใด ๆ ออกเป็นหมวดหมู่นั้น เริ่มต้นด้วยการตั้งเกณฑ์ขึ้นอย่างหนึ่ง แล้วใช้เกณฑ์นั้นแบ่งวัตถุออกเป็นกลุ่มย่อย โดยทั่ว ๆ ไปมักจะเลือกเกณฑ์ที่ทำให้แบ่งวัตถุออกเป็น 2 กลุ่มย่อยก่อน แล้วจึงค่อยเลือกเกณฑ์ที่ทำให้แบ่งวัตถุนั้นออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ต่อไป

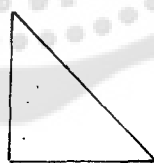
ตัวอย่างการจำแนกประเภท กำหนดวัตถุรูปทรงต่าง ๆ ดังนี้



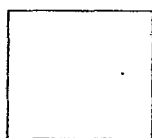
1



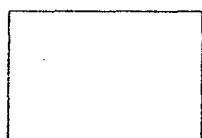
2



3



4

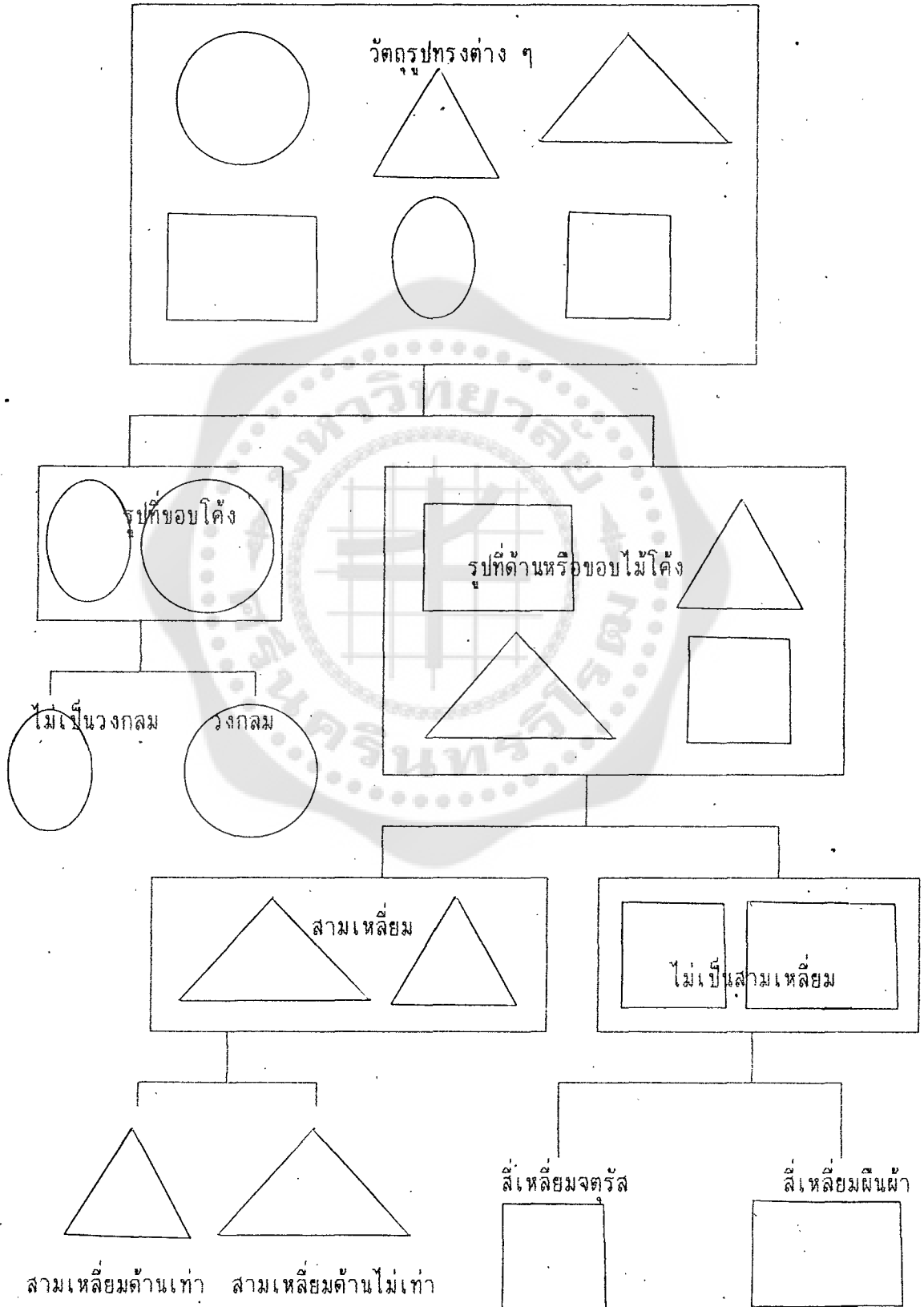


5



6

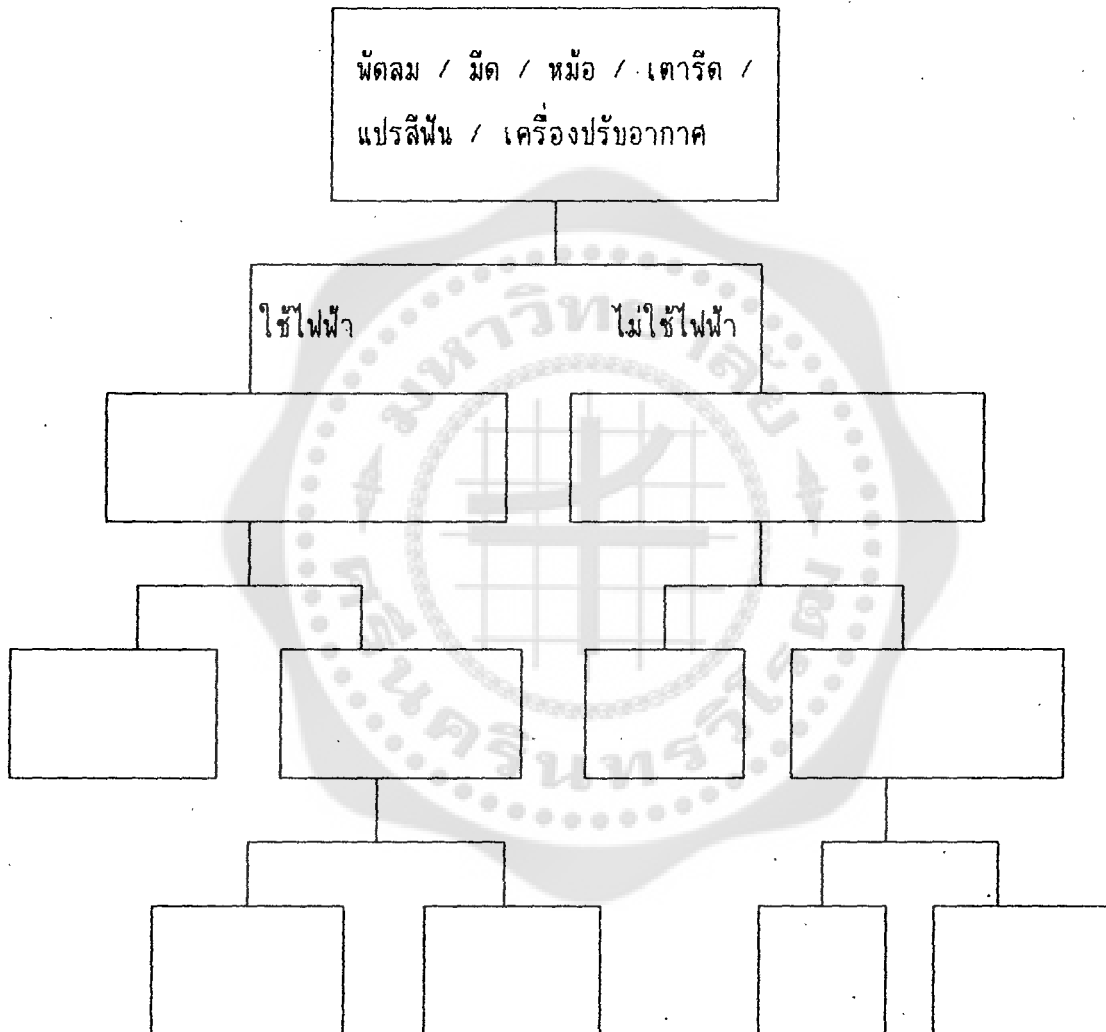
จากวัตถุรูปทรงต่าง ๆ ที่กำหนดให้ สามารถจำแนกประเภทได้ดังนี้



"การจำแนกประเภท"

คำชี้แจง

ให้นักเรียนพิจารณาอุปกรณ์เครื่องใช้ในบ้านต่อไปนี้ แล้วจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วเขียนอุปกรณ์เครื่องใช้ลงในช่องว่างที่กำหนด



นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ พร้อมทั้งร่วมกันพิจารณาตอบคำถามในตอนท้ายของข้อความ

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศน์

พืชสีเขียวสามารถสร้างอาหารได้เองจากน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้พลังงานจากแสงแดด นอกจากพืชจะสร้างอาหารได้เองแล้ว พืชยังเป็นอาหารให้แก่สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ทั้งในทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นพืชสีเขียวจึงได้ชื่อว่าเป็นผู้ผลิตอาหารของโลก ในขณะที่สัตว์ทุกชนิดไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง ต้องอาศัยอาหารจากแหล่งอื่น ๆ จึงถือว่าเป็นผู้บริโภค

คำถาม

ถ้าเราแบ่งสัตว์โดยใช้อาหารที่สัตว์กินเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง เราจะสามารถแบ่งได้กี่ประเภท อะไรบ้าง

หลักการในการเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษา

1. หัวเรื่องที่จะเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ ควรมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับความรู้และประสบการณ์ของนักเรียน
2. หัวเรื่องที่เลือกควรมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ
3. มีความเป็นไปได้ในการที่จะประสบความสำเร็จในการศึกษาค้นคว้า
4. หัวเรื่องมีความชัดเจนและเฉพาะเจาะจงเพียงพอไม่กว้างจนเกินไป
5. มีแหล่งความรู้ที่จะค้นคว้าได้
6. มีหรือสามารถหาผู้ทรงคุณวุฒิที่จะให้คำปรึกษาในเรื่องดังกล่าวได้
7. มีหรือสามารถจัดหาเรื่องสร้างวัสดุอุปกรณ์ที่จะเป็นในการทำโครงการดังกล่าว ไม่ควรเลือกทำโครงการที่ต้องใช้เวลามากในการสร้างวัสดุอุปกรณ์หรือใช้วัสดุที่มีราคาแพง
8. งบประมาณที่จะต้องใช้จ่ายจะต้องไม่มากจนเกินไป เพราะโครงการที่ดีมีคุณภาพไม่จำเป็นต้องลงทุนมากเสมอไป
9. มีความปลอดภัยไม่เสี่ยงกับอันตราย
10. เวลาที่ใช้ในการทำโครงการไม่ควรมากเกินไป ครูควรแนะนำให้นักเรียนมีเวลาในการศึกษาหรือทำกิจกรรมอย่างอื่นไม่เพียงพอ หรือทำให้เกิดความเบื่อหน่ายได้

เมื่อนักเรียนเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษาแล้ว ครูควรแนะนำนักเรียนถึงการตั้งชื่อเรื่อง และเขียนจุดมุ่งหมาย โดย ชื่อเรื่องนั้นต้องมีความกระชับรัดกุมชัดเจนและน่าสนใจ. ไม่ควรเป็นประโยคคำถาม สำหรับจุดมุ่งหมายต้องมีความสอดคล้องกับเรื่อง มีความชัดเจน คือสามารถชี้แนวทางการศึกษาทดลอง

ตัวอย่างชื่อเรื่องของโครงการ และจุดมุ่งหมาย

ชื่อเรื่อง "สูตรอาหารไก่กระต๊อบแบบประหยัด"

จุดมุ่งหมาย เพื่อต้องการหาสูตรอาหารราคาถูกและทำให้ไก่กระต๊อบเจริญเติบโตรวดเร็ว

จากข้อความต่อไปนี้ ให้นักเรียนอ่านอย่างรอบคอบคิดว่านักเรียนต้องการทราบอะไรบ้าง จากข้อความนั้นและระบุปัญหาให้มากที่สุด ซึ่งถ้าตอบปัญหาที่ตั้งนักเรียนก็จะได้รับความรู้ตามที่ต้องการ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อความ "ถ้าใช้ชนิดอาหารที่กินเป็นเกณฑ์จะสามารถจำแนกสัตว์ได้ 3 ประเภท คือสัตว์ที่กิน พืช สัตว์ที่กินสัตว์ และสัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์"

นักเรียนสามารถระบุปัญหาหรือข้อสงสัยได้ดังต่อไปนี้

1. ทำไมสัตว์ต้องกินอาหารถ้าสัตว์ไม่กินอาหารจะเป็นอย่างไร
2. ทำไมสัตว์แต่ละชนิดจึงกินอาหารไม่เหมือนกัน ถ้าสัตว์กินอาหารเหมือนกันจะเกิดอะไรขึ้น

คำสั่ง

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ช่วยกันระบุปัญหาโดยไม่ต้องให้คำตอบ (อย่างน้อย 3 ข้อ)

ข้อความ "ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยอินทรีย์สารมีความสัมพันธ์กันโดยที่ผู้ผลิตอาหารได้และใช้ในการดำรงชีวิต และจะถูกผู้บริโภคกินต่อไปเป็นทอด ๆ เมื่อผู้ผลิตและผู้บริโภคตายลง ผู้ย่อยอินทรีย์สารจะย่อยสลายสิ่งเหล่านี้ให้กลายเป็นแร่ธาตุต่าง ๆ ลงสู่ดินและน้ำซึ่งผู้ผลิตจะกลับไปใช้ต่อไป"

ระบุปัญหาหรือข้อสงสัยได้ดังนี้

แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 3



ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(การตั้งสมมติฐาน - การกำหนดและควบคุมตัวแปร)

การตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน คือแนวทางหรือคำตอบที่อาจเป็นไปได้ของปัญหา

การตั้งสมมติฐาน หมายถึงการคาดคะเนหรือเดาคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักการและเหตุผล หรือข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

ในการเขียนสมมติฐาน นิยมใช้คำว่า ถ้า.....ดังนั้น.....

ตัวอย่างการฝึกตั้งสมมติฐาน

ปัญหา "ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่"

สมมติฐาน ถ้าปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้นพืชที่ได้รับปุ๋ยจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย

การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การทดลองเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งมี 3 ประการคือ ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้การทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

ตัวอย่างการฝึกการกำหนดตัวแปร (จากปัญหาและสมมติฐานข้างต้น)

ตัวแปรต้น ได้แก่ พืชที่ใส่ปุ๋ย กับ พืชที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย

ตัวแปรตาม ได้แก่ การเจริญเติบโตของพืช

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ชนิดของดิน ปริมาณดิน ขนาดของกระถาง ขนาดของพืช ชนิดของพืช
ปริมาณแสง ปริมาณน้ำ และจำนวนที่ปลูก

จากแผนภูมิกราฟ สามารถใช้ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป บอกให้ทราบถึง

- ตัวแปรต้น ได้แก่ (ต้นถั่วที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ย กับ ไม่ใส่ปุ๋ย)
- ตัวแปรตาม ได้แก่ (ความสูงของต้นถั่ว)

นอกจากนี้ยังสามารถใช้ข้อมูลจากกราฟตอบคำถาม เช่น

- เมื่อปลูกต้นถั่วเป็นเวลา 5 วันต้นถั่วทั้งสองกลุ่มมีความสูงโดยเฉลี่ยเท่าใด
- ต้นถั่วที่ใส่ปุ๋ยสูง 6 เซนติเมตร เมื่อปลูกได้กี่วัน
- จากกราฟ เมื่อวันเวลาเปลี่ยนไป ความสูงของต้นถั่วทั้งสองกลุ่มจะเป็นอย่างไร
- นักเรียนจะสรุปผลจากกราฟได้อย่างไร.... เมื่อวันเวลาเปลี่ยนไปความสูงของต้นถั่วจะเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะต้นถั่วที่ใส่ปุ๋ยความสูงจะเพิ่มมากกว่าต้นถั่วที่ไม่ใส่ปุ๋ย

คำสั่ง

ให้นักเรียนช่วยกันคิดและตั้งสมมติฐานพร้อมทั้งกำหนดและควบคุมตัวแปรจากปัญหาที่กำหนดให้

ปัญหา 1. น้ำมีผลต่อการงอกของเมล็ดหรือไม่

สมมติฐาน คือ _____

ตัวแปรต้น ได้แก่ _____

ตัวแปรตาม ได้แก่ _____

ตัวแปรที่ต้องควบคุม ได้แก่ _____

ปัญหา 2. แสงมีผลต่อการงอกของเมล็ดหรือไม่

สมมติฐาน คือ _____

ตัวแปรต้น ได้แก่ _____

ตัวแปรตาม ได้แก่ _____

ตัวแปรที่ต้องการควบคุม ได้แก่ _____

ปัญหา 3. พื้นที่มีผลต่อการงอกงามของเมล็ดหรือไม่

สมมติฐาน คือ _____

ตัวแปรต้น ได้แก่ _____

ตัวแปรตาม ได้แก่ _____

ตัวแปรที่ต้องควบคุม ได้แก่ _____

กิจกรรม

จากการที่นักเรียนได้สำรวจสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน สํารวจอาหารของสัตว์และ
ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต ให้นักเรียนช่วยกันตั้งปัญหาที่
สนใจจะศึกษาค้นคว้า ทดลอง หาคำตอบด้วยตนเองมาอย่างน้อย 3 ปัญหา

กิจกรรม

จากหัวข้อโครงการที่นักเรียนเขียนส่งครูในคาบเรียนที่แล้ว ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน
และกำหนดตัวแปรจากจุดมุ่งหมายโครงการ

โครงการ เรื่อง _____

นักเรียนได้ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปรดังนี้

สมมติฐาน คือ _____

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

วัดและสังเกตได้จาก _____

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ _____



แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 4



ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายของขอบเขตของตัวแปรที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดสอบเพื่อให้เข้าใจตรงกันซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้

จากสมมติฐาน... "ถ้าปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นพืชที่ได้รับปุ๋ย
จะเจริญเติบโตกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย"

ตัวแปรต้น คือ การปลูกพืชโดยใส่ปุ๋ย กับไม่ใส่ปุ๋ย

ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของพืช

คำว่า "การเจริญเติบโต" หมายถึง การเพิ่มจำนวนเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ การที่ต้นไม้อัตโนมัติ มีความสูงเพิ่มขึ้น จากความหมายดังกล่าว การเจริญเติบโตของพืชที่เราสามารถสังเกตและวัดได้ คือ ต้นไม้สูงขึ้น ซึ่งเราสามารถทราบได้จากการวัด เรียกว่า "นิยามเชิงปฏิบัติการ" แต่ถ้าเราให้ความหมายของการเจริญเติบโตของพืชว่า ต้นไม้โตขึ้น คือ มีน้ำหนักมากขึ้น ต้นไม้ใหญ่ขึ้น หรือมีจำนวนใบมากขึ้น ถ้าวัดไม่ได้ สังเกตได้ไม่แน่นอน ให้ถือว่าเป็น "นิยามทั่วไป"

คำสั่ง

ให้นักเรียนพิจารณานิยามของสิ่งต่อไปนี้ว่าเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการหรือนิยามทั่วไป โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงตามช่องที่กำหนดพร้อมทั้งบอกเหตุผลสั้น ๆ ประกอบการอธิบายด้วย

ข้อความ	นิยาม		เหตุผล
	เชิงปฏิบัติการ	ทั่วไป	
1. ก๊าซออกซิเจนเป็นก๊าซไม่มีกลิ่น แต่ละโมเลกุลประกอบด้วยธาตุออกซิเจน 2 อะตอม			
2. ไก่เป็นสัตว์ปีกชนิดหนึ่งมี 2 ขา ไม่สามารถบินได้			
3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซที่ผ่านลงในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์หรือน้ำปูนใสแล้วจะขุ่น			

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(การทดลอง)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ในกรทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการปฏิบัติจริง ๆ
2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมถูกต้อง
3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญและถูกต้อง

จากปัญหา "ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่"

สมมติฐาน คือ ถ้าปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นพืชที่ได้รับปุ๋ยจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย

ตัวแปร ได้แก่ การปลูกพืชโดยใส่ปุ๋ย กับไม่ใส่ปุ๋ย

ตัวแปรตาม ได้แก่ การเจริญเติบโตของพืช

ตัวแปรที่ต้องควบคุม ได้แก่ ชนิด ขนาด ความแข็งแรงของพืช 2 ต้นที่นำมาปลูก , ชนิดและปริมาณของดิน , ชนิด ขนาดและรูปร่างของภาชนะที่ใส่ , ปริมาณน้ำและเวลาที่ให้น้ำ , สิ่งแวดล้อมที่วางพืชทั้ง 2 ต้น

นิยามเชิงปฏิบัติการ ของการเจริญเติบโตของพืช คือ การที่พืชมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น มีความสูงเพิ่มขึ้น โดยการวัดมีหน่วยเป็น เซนติเมตร

ในการออกแบบการทดลองจะต้องให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนี้

ในการทดลองสิ่งที่จะต้องจัดให้แตกต่างกัน (ตัวแปรต้น) คือ ปลูกพืชโดยใส่ปุ๋ยกับปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ คือ ชนิดของดิน ปริมาณดิน ขนาดของกระป๋อง ปริมาณน้ำที่รดและจำนวนพืชที่ปลูกเป็นสิ่งที่ต้องจัดหรือควบคุมให้เหมือนกัน (ตัวแปรที่ต้องควบคุม) จากนั้นนักเรียนจะต้อง

สังเกตการเจริญเติบโตของพืช (ตัวแปรตาม) โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย

คำสั่ง 1. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐาน... "ถ้าปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นพืชที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ย"

2. นักเรียนคิดว่าจะศึกษาและบันทึกข้อมูลอะไรบ้างจากการทดลองนี้ พร้อมทั้งออกแบบตารางบันทึกผล

3. ให้นักเรียน ออกแบบตารางบันทึกผลของกิจกรรม" การปรับตัวของต้นถั่วให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม"

การวางแผนในการทำโครงการ เป็นขั้นตอนที่ 2 ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ซึ่งรวมถึงการจัดทำโครงร่างหรือเค้าโครงร่างของโครงการที่ต้องมีการวางแผนหรือวางรูปโครงการไว้ล่วงหน้า เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างรัดกุมและรอบคอบไม่สับสน

การวางแผนในการทำโครงการ ประกอบด้วย

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่อที่ปรึกษาโครงการ
4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ
5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
6. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)
7. การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรที่ต้องควบคุม (ถ้ามี)
8. วิธีดำเนินการ ซึ่งได้แก่
 - แนวทางในการศึกษาค้นคว้า

- วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้
 - วิธีทดลอง
 - การวางแผนการปฏิบัติงานซึ่งควรกำหนดระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอน
9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ
10. เอกสารอ้างอิง (ถ้ามี)

ในการวางแผนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องเขียนโครงร่างหรือเค้าโครงของโครงงานเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอความเห็นชอบและคำแนะนำปรึกษา



กิจกรรม

จากการตั้งสมมติฐานและกำหนดตัวแปรของโครงการที่นักเรียนเขียนส่งครูในคาบเรียนที่แล้ว ให้นักเรียนออกแบบการศึกษาหรือทดลองโครงการของนักเรียน

1. ชื่อโครงการ เรื่อง _____

2. นักเรียนได้ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปรไว้ดังนี้

สมมติฐาน คือ _____

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ _____

3. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่หรือที่สามารถหาได้

จงเขียนเค้าโครงวิธีการทดลองของโครงการ (อาจเป็นภาพ ตารางประกอบได้)

4. จงเขียนรายการวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมี พร้อมทั้งจำนวนและปริมาณที่ต้องการใช้

แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 5



ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(การจัดกระทำและการสื่อความหมาย)

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่

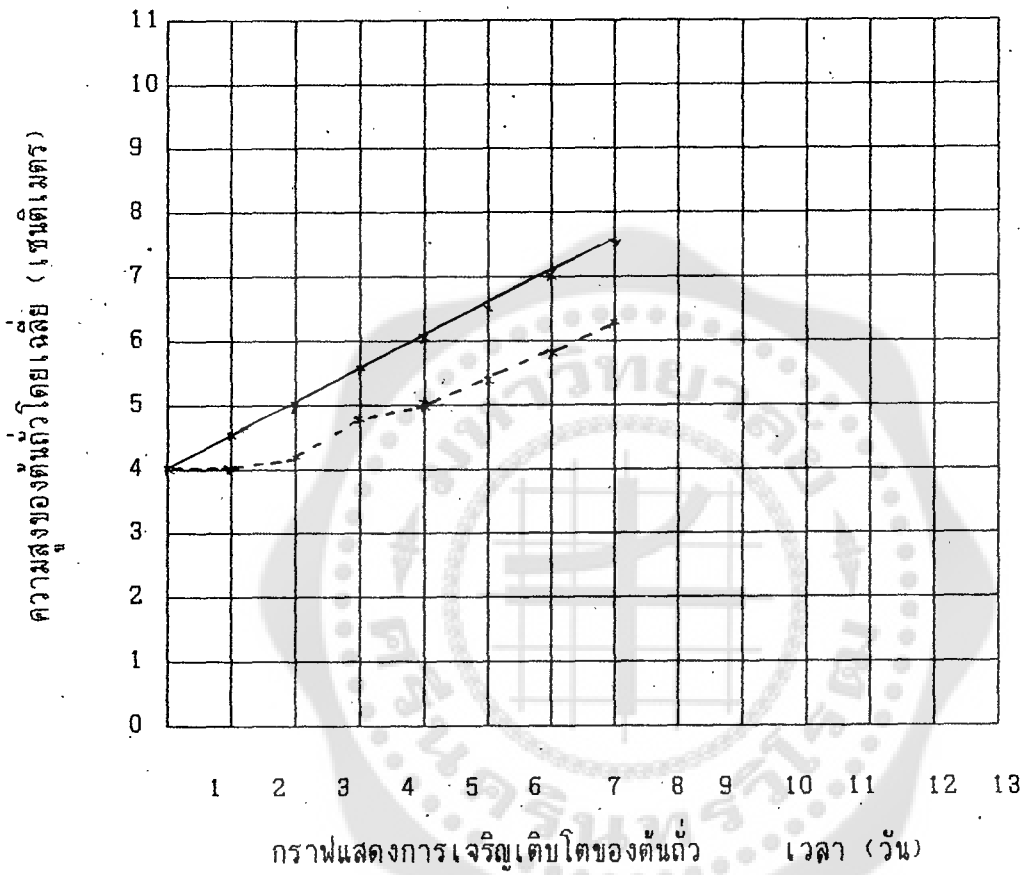
การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำนั้นมาเสนอ หรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น อาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย หรือย่อความพอสังเขป เป็นต้น

ตัวอย่างการฝึกทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล

ตารางแสดงการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มละ 5 ต้น

วันที่	กลุ่มที่ 1 ปลูกโดยใส่ปุ๋ย		กลุ่มที่ 2 ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ย	
	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ)	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ)
0	4	2	4	2
1	4.5	2	4	2
2	5	4	4.3	2
3	5.5	4	4.7	4
4	6	6	5	4
5	6.5	6	5.4	6
6	7	8	5.8	6
7	7.5	8	6.2	8

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาจัดกระทำเป็นตารางเพื่อให้คนอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลดีขึ้น และนำเสนอข้อมูลชุดนี้ด้วย กราฟดังนี้



- แสดงการเจริญเติบโตของต้นถั่วที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ย
 - - - แสดงการเจริญเติบโตของต้นถั่วที่ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ย

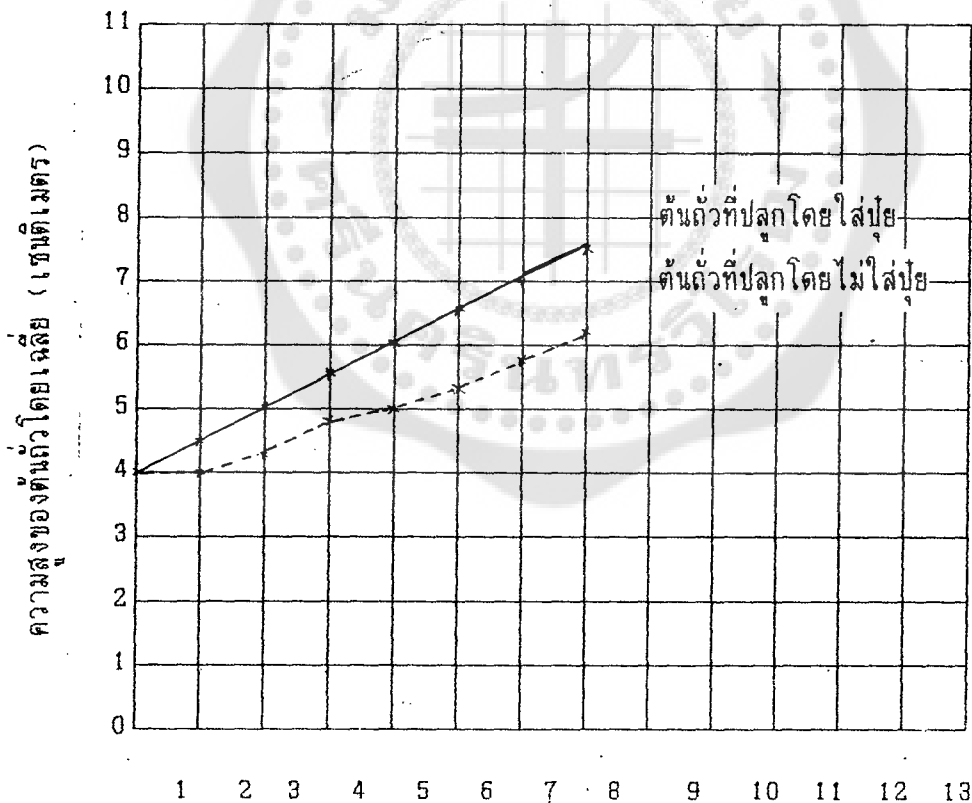
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ในบางครั้งอาจใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ตัวอย่างการให้ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จากแผนภูมิรูปภาพแสดงการเจริญเติบโตของต้นถั่วที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย ผลจากการบันทึกแสดงให้เห็นดังกราฟข้างล่าง



กราฟแสดงการเจริญเติบโตของต้นถั่ว เวลา (วัน)

คำสั่ง

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากตารางแสดงจำนวนประชากรของประเทศไทยในบางปี
ตั้งแต่ พ.ศ. 2490 - พ.ศ. 2528 ตอบคำถามข้อ 1-4

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (ล้านคน)
2490	17.44
2503	26.26
2513	34.40
2523	44.28
2524	47.88
2525	48.58
2526	49.52
2527	50.58
2528	51.80

- เมื่อพิจารณาข้อมูลตั้งแต่ปี 2523-2528 จำนวนประชากรเพิ่มมากที่สุดใดใน พ.ศ. ไต
- นักเรียนคิดว่า จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นทุกปีเฉลี่ยประมาณปีละเท่าใด
- และถ้าการเพิ่มมีจำนวนสม่ำเสมอตลอดไปอีก 10 ปีข้างหน้า จำนวนประชากรจะเป็นอย่างไร
- จากข้อมูลนี้ นักเรียนสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

คำสั่ง

จากข้อความต่อไปนี้ ให้นักเรียนจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย ถูกต้องและรวดเร็ว อาจนำเสนอในรูปแบบผังภูมิ วงจร แผนภาพ ไดอะแกรม หรืออะไรก็ได้ตามความเหมาะสม

ข้อความ... “คนและสัตว์ใช้ก๊าซออกซิเจนในการหายใจเข้าแล้วคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา พืชสีเขียวใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงแล้วให้ก๊าซออกซิเจนออกมา”



คำสั่ง

- ให้นักเรียนช่วยกันทำกิจกรรมต่อไปนี้ ภายในเวลา 15 นาที
- จากปัญหาที่กลุ่มเสนอให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นแล้วเลือกปัญหาที่สนใจเพียงปัญหาเดียว โดยช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาของกลุ่มคืออะไร ก่อให้เกิดผลกระทบอย่างไรบ้างต่อการดำรงชีวิตในชุมชน

2. ปัญหานั้นมีสาเหตุมาจากอะไร

3. นักเรียนคิดว่ามีวิธีใดบ้างที่จะแก้ปัญหานี้ได้

4. นักเรียนคิดว่า ถ้าได้ดำเนินการแก้ปัญหานั้นที่นักเรียนวางแผนไว้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

ถ้าจำนวนประชากรของประเทศเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นักเรียนคิดว่าจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร (คำถามที่ไม่ต้องการคำตอบ)

กิจกรรม

ให้นักเรียนเขียนเค้าโครงเรื่องย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตาม
แบบที่กำหนด

แบบเค้าโครงเรื่องย่อของโครงงาน

โครงงานเรื่อง _____

ชื่อผู้ร่วมงาน _____

ชื่อที่ปรึกษา _____

คำนำ _____

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า _____

ตัวแปรที่ศึกษา _____

ตัวแปรต้น คือ _____

ตัวแปรตาม คือ _____

ตัวแปรที่ควบคุม คือ _____

อุปกรณ์ _____

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์



แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์

ทุกวันนี้มีคนมากขึ้น ผู้คนเหล่านี้ต้องการที่อยู่อาศัย ดังนั้นพวกเขาจึงเคลื่อนย้ายไปในสถานที่ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ ป่าไม้ถูกโค่นลงบริเวณป่าถูกทดแทนด้วยบ้านและร้านค้า เมื่อผู้อพยพเข้ามาอยู่ในดินแดนใหม่ พืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวจะเป็นอันตราย พวกมันเริ่มสูญหาย บางชนิดถึงกับสูญพันธุ์

1. จากข้อความดังกล่าว นักเรียนคิดว่า ปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร

2. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุ (สมมติฐาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาตามที่ระบุไว้ในข้อ 1 ว่าอย่างไร

3. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบการคาดคะเนสาเหตุ (สมมติฐาน) หรือออกแบบการทดลองที่ระบุไว้ในข้อ 2 อย่างไร

4. ถ้าผลการตรวจสอบในข้อ 3 เป็นไปตามที่นักเรียนคาดคะเนสาเหตุ (ตั้งสมมติฐาน) ไว้ นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไป เพื่อเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์

ทองดีเป็นชาวนา ก่อนปลูกพืชแต่ละครั้ง เขาจะทำการไถที่ดินโดยใช้รถไถขนาดใหญ่ ซึ่งสะดวกและรวดเร็ว เมื่อปลูกพืชแล้ว เขาจะบำรุงดูแลรักษาพืชไร่โดยใช้รถไถและอุปกรณ์ที่ทันสมัย เมื่อเข้าไปฉีดพ่นสารฆ่าแมลง รดน้ำและพรวนดิน นอกจากนี้ยังใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์เพื่อผลผลิตทำให้ได้ผลผลิตจำนวนมากและมีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของตลาด ต่อมาปรากฏว่า คุณภาพดินในพื้นที่นั้นเสื่อมลง โดยดินมีลักษณะแข็งและแน่น เขาทดลองไถพรวนให้ลึกกว่าเดิม แต่เมื่อปลูกพืชรดน้ำและใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ตามปกติแล้ว 1-2 เดือน ต่อมาดินก็แข็งและแน่นเช่นเดิม เขาได้สังเกตพบว่า ปัญหาเช่นนี้จะไม่เกิดกับชาวนาไร่ที่ใช้รถไถขนาดเล็กและใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการบำรุงดินเลย

1. จากข้อความดังกล่าว นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร
.....
2. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุ (ตั้งสมมติฐาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาตามที่ระบุไว้ในข้อ 1 ว่าอย่างไร
.....
.....
3. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบการคาดคะเนสาเหตุ (ตรวจสอบสมมติฐาน) หรือออกแบบการทดลองที่ระบุไว้ในข้อ 2 อย่างไร
.....
.....
4. ถ้าผลการตรวจสอบในข้อ 3 เป็นไปตามที่นักเรียนคาดคะเนสาเหตุไว้ (ตั้งสมมติฐาน) นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไป เพื่อเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น
.....
.....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ 3

ขณะนี้บรรยากาศชั้นโอโซนกำลังถูกทำลายโดยก๊าซที่มนุษย์สร้างขึ้น ที่มีชื่อว่า ซีเอฟซี (C.F.C.) และฮาลอน (Halon) ก๊าซเหล่านี้ใช้สำหรับระบบทำความเย็น เครื่องปรับอากาศ เครื่องมือดับเพลิง โฟมพลาสติก เป็นต้น เมื่อก๊าซซีเอฟซี ลอยขึ้นสู่อากาศซึ่งเป็นชั้นที่มีโอโซนวางอยู่และจะทำลายโอโซนไปเรื่อย ๆ

1. จากข้อความดังกล่าว นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร

2. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุ (ตั้งสมมติฐาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาตามที่ระบุไว้ในข้อ 1 อย่างไร

3. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบการคาดคะเนสาเหตุ (ตรวจสอบสมมติฐาน) หรือออกแบบการทดลองที่ระบุไว้ในข้อ 2 อย่างไร

4. ถ้าผลการตรวจสอบในข้อ 3 เป็นไปตามที่นักเรียนคาดคะเนสาเหตุ (ตั้งสมมติฐาน) ไว้ นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไป เพื่อเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ 2

ดาวเคราะห์โลกเกือบเป็นน้ำทั้งหมด มหาสมุทรครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของโลก สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องพึ่งพาอาศัยน้ำ แต่เราได้ทะเลสาบไม่ช่วยกันดูแลรักษาน้ำให้สะอาด ทั้งเศษอาหาร ซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ทำให้สัตว์น้ำบริเวณนั้นตายหรือมีปริมาณน้อยลง

1. จากข้อความดังกล่าว ๆ นักเรียนคิดว่า ปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร

2. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุ (ตั้งสมมติฐาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาตามที่ระบุไว้ในข้อ 1 ว่าอย่างไร

3. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบการคาดคะเนสาเหตุ (ตรวจสอบสมมติฐาน) หรือออกแบบการทดลองที่ระบุไว้ในข้อ 2 อย่างไร

4. ถ้าผลการตรวจสอบพบว่า การทิ้งขยะลงน้ำทำให้มีปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำลดลง นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไป

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ 5

สภาพการทำงานของแผนกทอผ้า เป็นแผนกที่มีเสียงดังมาก มีพนักงานไม่น้อยที่เป็นโรคประสาท โรคหัวใจ การคุยกันระหว่างทำงานก็ต้องคุยกันเสียงดัง มักพบว่า ผู้หญิงที่ทำงานในแผนกนี้เมื่ออายุมาก ๆ จะหูตึงและคุยเสียงดัง

1. จากข้อความดังกล่าว นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร

2. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุ (ตั้งสมมติฐาน) ที่ทำให้เกิดปัญหาตามที่ระบุไว้ในข้อ 1 ว่าอย่างไร

3. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบการคาดคะเนสาเหตุ (ตรวจสอบสมมติฐาน) หรือออกแบบการทดลองที่ระบุไว้ในข้อ 2 อย่างไร

4. ถ้าผลการตรวจสอบในข้อ 3 เป็นไปตามที่นักเรียนคาดคะเนสาเหตุไว้ (ตั้งสมมติฐาน) นักเรียนจะทำอย่างไรต่อไป

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้เมื่อหยดน้ำมะนาวจำนวน 40 หยดลงไปในน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ก. น้ำมะนาวจะทำให้แป้งผสมสารละลายไอโอดีนมีความเป็นกรดมากขึ้น
 - ข. น้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี
 - ค. น้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนมีความเข้มข้นน้อยกว่าเดิม
 - ง. ถ้าเพิ่มน้ำมะนาวเป็น 2 เท่า จะได้สารละลายที่เป็นกรดเข้มข้น
 - จ. น้ำมะนาวมีวิตามินซีมากกว่าร้อยละ 0.01
2. ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้เมื่อเป่าลมหายใจลงในน้ำปูนใส
 - ก. ลมหายใจมีส่วนประกอบของคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
 - ข. การหายใจคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
 - ค. น้ำปูนใสทำปฏิกิริยาได้กับลมหายใจ
 - ง. น้ำปูนใสมีคัลเซียมเป็นองค์ประกอบ
 - จ. น้ำปูนใสจะขุ่นและมีฝ้าขาว
3. ถ้าต้องการใช้สารละลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ควรทำอย่างไร
 - ก. ใช้ช้อนตักสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ข. ใช้กระบอกตวงสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ค. ใช้ถ้วยตวงสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ง. ใช้หลอดฉีดยาตวงสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - จ. ใช้หลอดหยดตวงสารละลายมาประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้ในการวัดความสามารถในการละลายของเกลือแกงในน้ำ ณ อุณหภูมิต่าง ๆ
 - ก. บีกเกอร์ ช้อนตักสาร เทอร์โมมิเตอร์
 - ข. บีกเกอร์ แท่งแก้วคน คาลอร์มิเตอร์
 - ค. หลอดทดลอง ถ้วยตวงสาร แท่งแก้วคน
 - ง. หลอดทดลอง หลอดหยด เทอร์โมมิเตอร์
 - จ. กระบอกตวงสาร หลอดฉีดยา แท่งแก้วคนสาร

5. ข้อใดจัดเป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

- ก. มัน หัว เผือก
- ข. หัว ฝรั่ง ถั่วเขียว
- ค. เผือก ถั่วเขียว ถั่วฝักยาว
- ง. ข้าวโพด ฝักทอง กล้วยหอม
- จ. ถั่วเหลือง ข้าวโพด มะละกอ

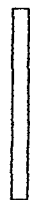
6. จากตารางแสดงการแบ่งสัตว์ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

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

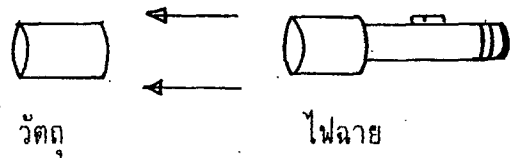
เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งสัตว์เหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่มคือข้อใด

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

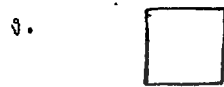
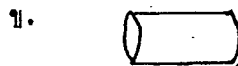
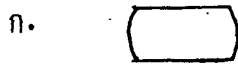
7. ถ้าฉายไฟฉายไปยังวัตถุดังภาพ.



จอรับภาพ



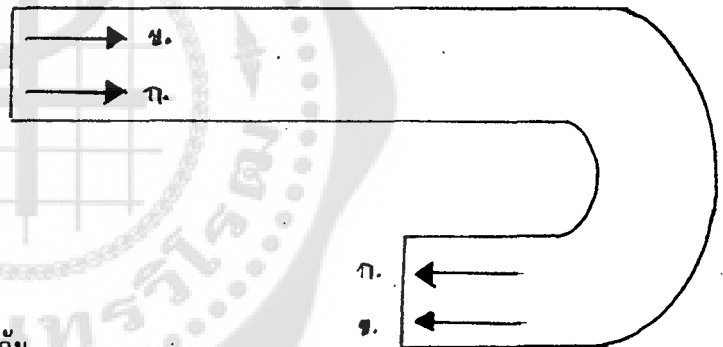
เงาที่ปรากฏบนจอรับภาพ จะมีรูปร่างอย่างไร



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

ข้อความใดต่อไปนี้เป็นกล่าวถูกต้อง

- ก. ก. วิ่งเร็วกว่า ข.
 ข. ข. วิ่งเร็วกว่า ก.
 ค. ก. และ ข. วิ่งเร็วเท่ากัน
 ง. ก. และ ข. ใช้พลังงานเท่ากัน
 จ. ก. และ ข. ใช้ระยะทางวิ่งเท่ากัน



9. ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์ ถ้านักเรียนทำข้อสอบได้เต็ม 60 คะแนน สมชายทำข้อสอบได้ 45 คะแนน จะมีคะแนนเก็บเป็นเท่าใด

- ก. 6 คะแนน
 ข. 6.5 คะแนน
 ค. 7 คะแนน
 ง. 7.5 คะแนน
 จ. 8 คะแนน

10. กำหนดให้ ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี

โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี

ถ้ากินกล้วยน้ำว้าสุกหนัก 100 กรัม มีคาร์โบไฮเดรต 20.0 กรัม ไขมัน 0.5 กรัม และโปรตีน 1.0 กรัม จะได้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตเท่าใด

- ก. 60 กิโลแคลอรี
- ข. 70 กิโลแคลอรี
- ค. 80 กิโลแคลอรี
- ง. 90 กิโลแคลอรี
- จ. 100 กิโลแคลอรี

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 ควรนำเสนอในรูปแบบใดจึงจะทำให้ผู้อื่นเข้าใจตามที่ต้องการ

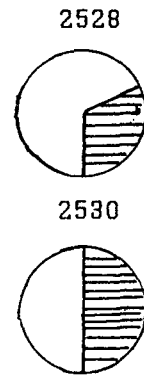
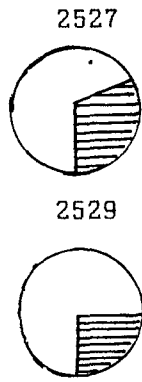
ก.

พ.ศ.	2527	2528	2529	2530
นักเรียน				
ชาย				
หญิง				

ข.

พ.ศ.	นักเรียน	ชาย	หญิง
2527			
2528			
2529			
2530			

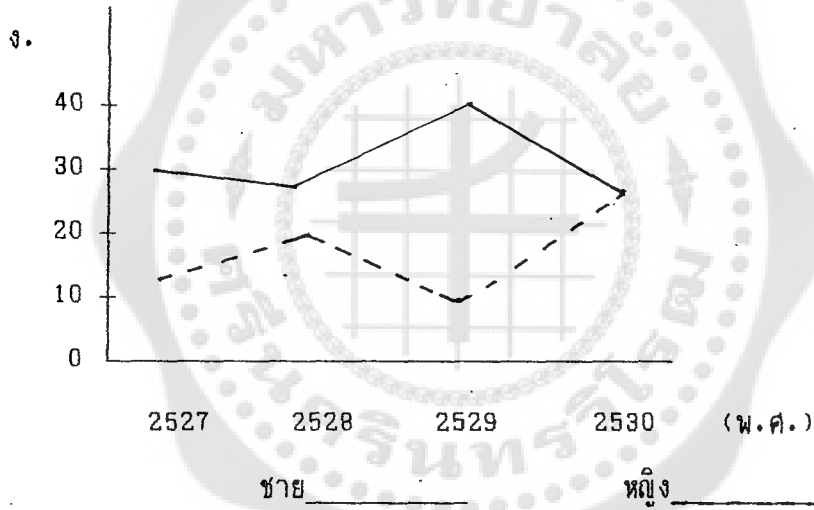
ค.



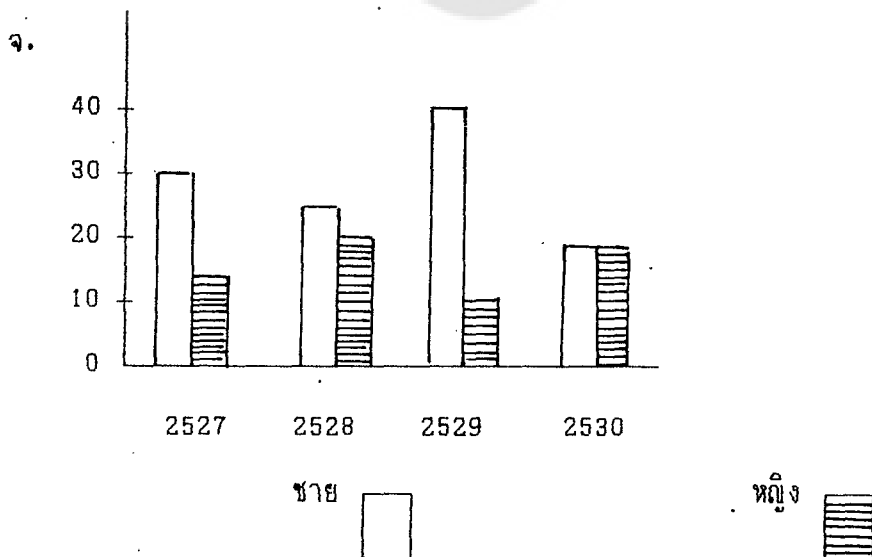
ชาย

หญิง

จำนวนนักเรียน



จำนวนนักศึกษา



จงพิจารณาตัวเลือกต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 13-14

- ก. เขียนเป็นกราฟ
 - ข. เขียนเป็นวงจร
 - ค. เขียนเป็นตาราง
 - ง. เขียนเป็นสมการ
 - จ. เขียนเป็นข้อความ
13. ถ้าต้องการอธิบายถึงการเจริญเติบโตของผีเสื้อนับตั้งแต่เป็นไข่ ตัวหนอน เป็นดักแด้ เป็นผีเสื้อและวางไข่อีกครั้งหนึ่ง จะเลือกใช้วิธีในข้อใด
14. ถ้าต้องการแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของความสูงและน้ำหนักของนักเรียน เมื่ออายุต่าง ๆ กัน ควรเลือกใช้วิธีในข้อใด
15. ถ้านักเรียนใส่หน้ากากซึ่งในถ้วยแก้วตั้งทิ้งไว้คอยสังเกตแล้วสรุปผลได้ว่า ไอ้ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเมื่อได้รับความเย็น ข้อใดที่สนับสนุนการลงความคิดเห็นของนักเรียน
- ก. การที่น้ำแข็งละลายเป็นน้ำ
 - ข. การที่หยดน้ำเกาะที่ข้างแก้ว
 - ค. การสังเกตเห็นน้ำในแก้วซึมออกมา
 - ง. การสังเกตเห็นไอ้ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเมื่อได้รับความเย็น
 - จ. การที่น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำที่มีปริมาณมากจึงซึมออกมา
16. สมศรีนำกระดางต้นไม้ไปไว้ในห้องนอนปรากฏว่าไม่นานต้นไม้นั้นก็ตาย ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นของสมศรี
- 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
- 8 กิโลกรัม
 - 9 กิโลกรัม
 - 10 กิโลกรัม
 - 11 กิโลกรัม
 - 12 กิโลกรัม
18. ถ้าเด็กมีอายุ 18 เดือน จะมีน้ำหนักเท่าใด
- 12 กิโลกรัม
 - 13 กิโลกรัม
 - 14 กิโลกรัม
 - 16 กิโลกรัม
 - 18 กิโลกรัม

19. เมื่อต้มน้ำที่หาคัพทาศา น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 C แต่ต้มน้ำบนอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 95 C และต้มน้ำบนยอดคอคอยอินทนนท์ ปรากฏว่าน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 90 C ถ้าอยากทราบจุดเดือดของเหลวอย่างอื่นที่นอกเหนือจากน้ำจะได้ผลอย่างเดียวกันหรือไม่ สมมติฐานควรจะเป็นข้อใด

- ก. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะเพิ่มขึ้นเมื่อของเหลวที่ต้มมีปริมาณมากขึ้น
- ข. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงเมื่อต้มในที่สูงขึ้น
- ค. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะเพิ่มขึ้นเมื่อของเหลวที่ต้มมีสิ่งเจือปนน้อยลง
- ง. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงเมื่อของเหลวที่ต้มมีสิ่งเจือปนเพิ่มขึ้น
- จ. จุดเดือดของเหลวทุกชนิดจะลดลงเมื่อของเหลวที่ต้มมีปริมาณลดลง

20. น้ำตาลทรายละลายในน้ำได้เร็วกว่าในน้ำเย็น เกลือแกงก็ละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็น ถ้าเราอยากทราบว่าสารชนิดอื่นที่นอกเหนือไปจากนี้จะได้ผลอย่างเดียวกันหรือไม่ สมมติฐานควรเป็นข้อใด

- ก. สารทุกชนิดที่ละลายน้ำได้จะละลายในน้ำที่มีปริมาณมากได้เร็วกว่าในน้ำที่มีปริมาณน้อย
- ข. สารทุกชนิดที่ละลายน้ำได้จะใช้เวลาเท่ากันในการละลายในน้ำที่มีปริมาณมาก
- ค. สารทุกชนิดที่ละลายน้ำได้จากละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็น
- ง. สารทุกชนิดที่ละลายน้ำได้จะละลายในน้ำที่บริสุทธิ์ได้เร็วกว่าในน้ำที่มีสิ่งเจือปน
- จ. สารทุกชนิดที่ละลายน้ำได้ใช้เวลาเท่ากันในการละลายในน้ำที่บริสุทธิ์

21. ต้นถั่วที่ปลูกในดินร่วนเจริญงอกงามมากกว่าต้นถั่วที่ปลูกดินเหนียว ต้องการทราบว่า พืชชนิดอื่นที่นอกเหนือไปจากต้นถั่ว จะได้ผลอย่างเดียวกันหรือไม่ สมมติฐานควรเป็นข้อใด

- ก. พืชจะงอกงามต่างกันเมื่อปลูกในดินที่มีปริมาณต่างกัน
- ข. พืชจะงอกงามต่างกันเมื่อปลูกในดินที่เก็บความชื้นได้ต่างกัน
- ค. พืชจะงอกงามต่างกันเมื่อปลูกในดินที่มีความเป็นกรดต่างกัน
- ง. พืชจะงอกงามต่างกันเมื่อปลูกในดินต่างชนิดกัน
- จ. พืชจะงอกงามต่างกันเมื่อปลูกในดินต่างกัน

22. จากคำกล่าวที่ว่า "ผลไม้ต่างชนิดกันจะมีปริมาณของวิตามินซีต่างกัน" ข้อความในข้อใดต่อไปนี้จะทำให้นิยามของวิตามินซี มีความเข้าใจตรงกัน
- วิตามินซีคือสารที่มีในผลไม้ทุกชนิด
 - วิตามินซีคือสารที่มีในอาหารทุกชนิดที่มีรสเปรี้ยว
 - วิตามินซีคือสารที่สามารถป้องกันโรคเลือดออกตามไร้น้ำได้
 - วิตามินซีคือสารที่รับประทานเข้าไปแล้วทำให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันโรคหวัดได้ดี
 - วิตามินซีคือสารที่สามารถทำให้น้ำแข็งผสมสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี
23. จากคำกล่าวที่ว่า "เด็กที่ขาดโปรตีนจะทำให้ร่างกายเติบโตช้า" ข้อความในข้อใดต่อไปนี้จะทำให้นิยามของโปรตีน มีความเข้าใจตรงกัน
- โปรตีนคือสารที่มีในอาหารจำพวกเนื้อสัตว์
 - โปรตีนคือสารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย
 - โปรตีนคือสารที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต
 - โปรตีนคือสารที่ทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรตแล้วให้สีม่วง
 - โปรตีนคือสารที่รับประทานเข้าไปเกินความต้องการของร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็นไกลโคเจนและยูเรีย
24. ในการทดสอบเพื่อให้ทราบว่าปุ๋ยชนิดใดทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีที่สุด การทดลองนี้ควรจัดข้อใดให้เหมือนกัน
- ชนิดของปุ๋ย
 - ชนิดของพืช
 - ชนิดของดินและชนิดของปุ๋ย
 - ชนิดของพืชและชนิดของปุ๋ย
 - 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

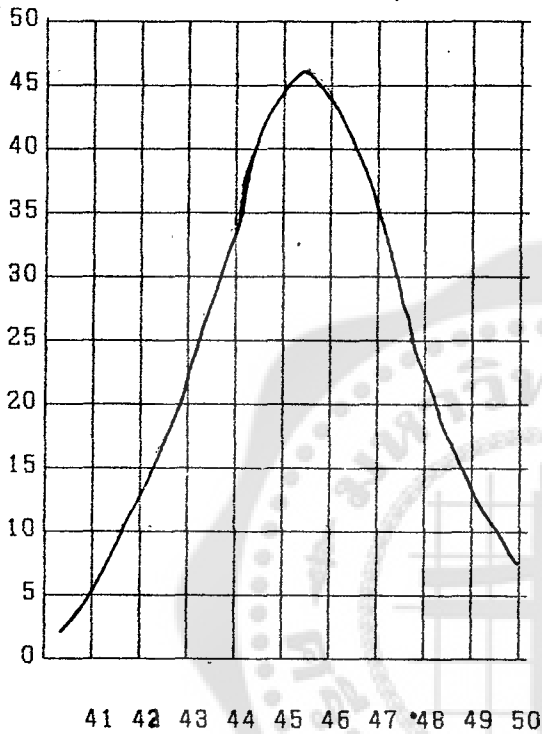
1. ใส่น้ำแข็งลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอด หลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. หยดสารละลายไอโอดีนลงไปในแต่ละหลอด หลอดละ 2 หยด บันทึกผลการเปลี่ยนแปลง
3. นำกระดาษลิตมัสมาทดสอบกับสารละลายในแต่ละหลอด บันทึกผลการเปลี่ยนแปลง
4. หยดสารละลายวิตามินซี 0.01 % ลงไปในหลอดที่ 1 จนกระทั่งสารละลายน้ำแข็งผสมไอโอดีนไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่ นับจำนวนหยดที่ใช้ บันทึกผล
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ 4 แต่เปลี่ยนใช้หยดน้ำมะนาว น้ำส้ม และน้ำมะขามเปียกแทนสารละลายวิตามินซีลงในหลอดที่ 2 หลอดที่ 3 และหลอดที่ 4 ตามลำดับนับจำนวนหยดที่ใช้ 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. ถ้าต้องการทดลองเพื่อให้เห็นว่าของเหลวต่างชนิดกันระเหยได้มากน้อยต่างกัน จะต้องทำตามข้อใด
- ก. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณเท่า ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งไว้แห่งเดียวกัน
- ข. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณต่าง ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากัน ตั้งแห่งเดียวกัน เป็นเวลาเท่ากัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ
- ค. ใส่ของเหลวต่าง ๆ ปริมาณต่าง ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากันตั้งไว้แห่งเดียวกัน เป็นเวลาต่างกัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ
- ง. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณต่าง ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งไว้แห่งเดียวกัน เป็นเวลาเท่ากัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ
- จ. ใส่ของเหลวชนิดต่าง ๆ ปริมาณต่าง ๆ กัน ลงในภาชนะขนาดต่าง ๆ ตั้งไว้แห่งเดียวกัน เป็นเวลาต่าง ๆ กัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่าง ๆ

พิจารณาจากกราฟต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 29-30



น้ำหนัก (4.4)

29. ข้อใดเป็นการอ่านกราฟได้ถูกต้อง

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





บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบตามแนวการสอนของ สสวท.

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 ของโรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้แบบแผนการทดลองวิจัยแบบ Before and after Control group การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีการทางสถิติ t-test Dependent

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A Study of the Scientific process skill ability and Scientific problem solving
ability of Mathayom Suksa 2. students taught by using the science
project training activity package and the Instruction in
The teacher's Manual of IPST.



Chutima Watanakeeree

Department of Curriculum and Instruction
Srinakharinwirot University, Prasarnmitr

The purpose of this study was to compare the scientific process skills ability and scientific problem solving ability of Mathayom Suksa 2 students taught by using the science project training activity package and the Instruction in The teacher's Manual of IPST.

The sample in this study consisted of 50 Mathayom Suksa 2 students Srinakharinwirot University Mathayom Satit, school, Phakanong District, Bangkok Province, during the Second semester of the 1992 academic year. The experimental group was taught by used in the science project traning attivity package. The control was taught by The Instruction in the Teacher's manual of IPST. Before and after control group design was used in the study. The t-test Dependent was statistieally used the data analysis.

The results of this study indicate that :

1. The scientific process skills ability of the experimental and control groups were not significantly difference.
2. The scientific problem solving ability of the experimental group was significantly difference at the .05 level.