

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำ
 โครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยชุด
 กิจกรรมฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการงานวิทยาศาสตร์

ปริญญานิพนธ์

ของ

กมล เพื่องฟูง

- 8 ก.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
 ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา

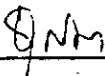
สิงหาคม 2534

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

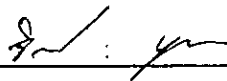
180945

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
การมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

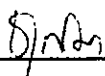

(ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ)

ประธาน

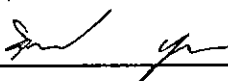

(ผศ.จิราภรณ์ บุญส่ง)

กรรมการ

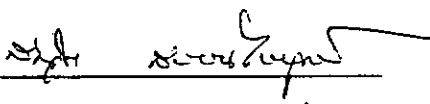
คณะกรรมการสอบ


(ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ)

ประธาน

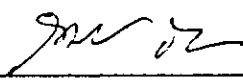

(ผศ.จิราภรณ์ บุญส่ง)

กรรมการ


(ผศ.สมจิต สวธนไพบุลย์)

กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ


(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 10 เดือน กันยายน พ.ศ. 2534

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดี โดยได้รับความแนะนำ และความร่วมมือจากหลายท่าน

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ชุติมา วัฒนาศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิราภรณ์ บุญส่ง และผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบุลย์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณอาจารย์เลอพงษ์ วงษ์สง่า ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองแขงวิทยา ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณอาจารย์ศิริพร ชาลีรัตน์ อาจารย์กฤษ บุญเพ็ง และคณะครู-อาจารย์ โรงเรียนหนองแขงวิทยา ขอขอบคุณนักเรียนโรงเรียนหนองแขงวิทยา ที่เกี่ยวข้องกับทุกคนที่ได้ให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกในการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณอาจารย์จิตรลดา คำเจริญ อาจารย์โรงเรียนท่าเรือ "นิตยานุกูล" ที่ได้ให้ความช่วยเหลือประเมินความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่คุณพระศรีรัตนตรัย คุณบิดา-มารดา คุณครู-อาจารย์ ของผู้วิจัยทุกท่าน

กมล เพื่องฟุ้ง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
เอกสารที่เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์	12
เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้	26
เอกสารเกี่ยวกับวีซีดีไอเทป	34
เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	44
งานวิจัยเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์	57
งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้	58
งานวิจัยเกี่ยวกับวีซีดีไอเทป	61
งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	64
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	72
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	72
ระยะเวลาในการทดลอง	72
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	73
แบบแผนการวิจัย	80
วิธีดำเนินการทดลอง	80
การวิเคราะห์ข้อมูล	81
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	81

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	82
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	82
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	85
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	85
สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า	85
วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	86
การวิเคราะห์ข้อมูล	86
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	87
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	87
ข้อเสนอแนะ	91
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก	106
ประวัติย่อของผู้วิจัย	171

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตารางเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม _____	83
2 ตารางเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม _____	84
3 ตารางคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทดสอบ ก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มควบคุม _____	166
4 ตารางคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทดสอบ ก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มทดลอง _____	167
5 ตารางแสดงความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนกลุ่มควบคุม _____	168
6 ตารางแสดงความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนกลุ่มทดลอง _____	168
7 ตารางแสดงค่า p และค่า r ของแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ _____	169

บทนำ

ในสภาพปัจจุบันประเทศไทยของเรา กำลังมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านต่าง ๆ อย่างมากมาย เช่น การติดต่อสื่อสาร การคมนาคม การแพทย์ การศึกษา เป็นต้น สาเหตุหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก็คือผลของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว ชีวิตแต่ละบุคคลจึงต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่กำลังเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา มีหลายสิ่งที่ทำให้ชีวิตสะดวกสบายขึ้น ปลอดภัยขึ้น ในขณะเดียวกันก็ต้องพบกับปัญหามากมาย และทุกคนจะพยายามหาทางแก้ปัญหาของตนเพื่อความอยู่รอดปลอดภัย บางคนก็แก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการลองผิดลองถูก บางคนก็แก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการเหล่านี้เป็นวิธีการที่เชื่อถือได้ แต่ยังมีคนอีกจำนวนมากที่แก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เลื่อนลอย ดังจะพบเป็นข่าวในหน้าหนังสือพิมพ์เสมอ เช่น บางคนอยากรวยจะแก้ปัญหาด้วยการแทงหวย หาเลขเด็ดจากปลาไหลทอง ขูดตามโคนต้นไม้ใหญ่ คนบางกลุ่มที่ป่วยไข้ก็จะแก้ปัญหาโดยการคั้นน้ำจากปอที่ตนเองคิดว่าศักดิ์สิทธิ์ หรือหาพอมคหมอมผีมารักษา ข่าวคราวเช่นนี้เราจะพบอยู่เป็นประจำในสังคมสังคมไทยที่กำลังรับเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาพัฒนาประเทศเพื่อความเป็นนิคม การแก้ปัญหาด้วยวิธีการเชื่อในโชคลางการพึ่งพอมคหมอมผีเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง ในหลักของพระพุทธศาสนาทรงสอนให้เชื่อหลักแห่งเหตุและผล การแก้ปัญหาใด ๆ ให้ดูที่เหตุอันเป็นหลักในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ฉะนั้นการปล่อยให้ประชากรเป็นจำนวนมากแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เลื่อนลอย จึงควรได้รับการแก้ไขและป้องกัน โดยเฉพาะเยาวชนของชาติที่จะเป็นกำลังสำคัญในอนาคต ควรได้รับการปลูกฝังให้แก้ปัญหาเป็น เป็นอย่างยิ่ง

ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตมากกว่าที่บุคคลจะอยู่รอดในสังคมปัจจุบันจะต้องเป็นผู้มีประสิทธิภาพ รู้จักคิด รู้จักปัญหา รู้วิธีการแก้ปัญหาไม่เชื่อในสิ่งที่ยังมลาย นักการศึกษาได้มองเห็นความสำคัญของการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นคน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น (พนัส หันนาคินทร์. 2521 : 34) คุณสมบัติเหล่านี้เป็นการ

พัฒนาศักยภาพส่วนบุคคลที่สามารถปรับปรุงและพัฒนาได้หลายลักษณะ เช่นปรับปรุงโดยมองภาพรวมทั้งหมด หรือมุ่งพัฒนาตอนใดตอนหนึ่งของการจัดการศึกษา(พยอม ตัญญา. 2524 : 1) โดยต้องคำนึงเสมอว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับว่า บุคคลนั้นมี สติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนการได้รับการจูงใจหรือไม่เพียงใด การแก้ปัญหาอาจไม่เป็นไปตามขั้นตอนก็ได้ ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น และวิธีการที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้วิธีหนึ่งคือ การให้นักเรียนได้ผ่านกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 5-8) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้มองปัญหาด้วยตนเอง และคิดหาแนวทางในการหาคำตอบนั้น ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจถึงการแก้ปัญหามีระบบ

แต่ในขณะเดียวกันการทำโครงการวิทยาศาสตร์ก็มีปัญหา จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ทำได้อายาก เป็นกิจกรรมเฉพาะนักเรียนที่เก่งสติปัญญาดีเท่านั้นจึงจะทำได้(เบญจพร ศรีสุวรรณศ. 2531 : 24-27) ซึ่งความจริงหาได้เป็นเช่นนั้นไม่ โครงการวิทยาศาสตร์สามารถทำได้กับนักเรียนทุกคนด้วยการฝึกหัดที่ถูกต้อง นอกจากนั้นยังพบปัญหาของการทำโครงการวิทยาศาสตร์อีกว่า นักเรียนทำโครงการไม่เป็น คิดหัวข้อในการทำโครงการไม่ได้ ไม่เข้าใจถึงขั้นตอนการทำ และวิธีการทำ ครูผู้สอนเองก็ขาดวัสดุอุปกรณ์ ขาดความเข้าใจในหลักการที่แท้จริงของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยจึงได้เสนอรูปแบบของชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้สอนกิจกรรม โครงการวิทยาศาสตร์ อันประกอบด้วยวีดิโอเทป ซึ่งเป็นการเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับความสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนตัวอย่างของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ เป็นการให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหลักการสอนตามหลักจิตวิทยาของกลุ่มเกสตัลท์ (กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. 2528 : 32-34) เป็นการสอนที่ให้นักเรียนเห็นภาพรวมแล้วแยกรายละเอียดย่อยในภายหลัง นอกจากนี้การให้นักเรียนได้ดูวีดิโอเทป ยังสามารถชักจูงให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากทำ เนื่องจากมองเห็นความสำคัญของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ อีกประการหนึ่ง วีดิโอเทปจะช่วยให้นักเรียน

ได้เห็นตัวอย่างของโครงการวิทยาศาสตร์จำนวนมากอย่างชัดเจน อันจะเป็นแนวทางในการคิดหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ และทำโครงการวิทยาศาสตร์ของตนเองต่อไป (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 :17-18)

ในชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ยังประกอบด้วยชุดกิจกรรมย่อยๆ ฝึกให้นักเรียนฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท อันได้แก่โครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์และโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนและครูที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ได้ทำการเรียนการสอนง่ายขึ้น ครูสอนนักเรียนจำนวนที่ละมากขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ทั้งนี้จากผลการวิจัยของ ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533 : 82-83) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน

จากสภาพปัจจุบัน ปัญหา ประกอบกับแนวทางที่จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา และมีความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ดี ผู้วิจัยจึงต้องการทำการวิจัยในหัวข้อนี้ อันจะเป็นการเพิ่มปัญญาทางวิชาการ ตลอดจนช่วยตอบสนองต่อหลักสูตรฉบับปรับปรุง ปี พุทธศักราช 2533 ที่ต้องการจะพัฒนานักเรียนให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และส่งผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโครงการวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโครงการวิทยาศาสตร์โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมในวิชาเลือกเสรีรหัสวิชา ว.014, ว.017 ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้ และนอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่ง

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร กลุ่มประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนหนองแขงวิทยา อำเภอนหนองแขง จังหวัดสระบุรี จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 140 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนหนองแขงวิทยา อำเภอนหนองแขง จังหวัดสระบุรี จำนวน 64 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 32 คนกลุ่มทดลอง 32 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้จากการสุ่มอย่างง่ายจาก 4 ห้องเรียนมาเพียง 2 ห้องเรียน จากนั้นจึงจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. ระยะเวลา เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้เวลา 22 คาบ คาบละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534

4. ตัวแปรที่ศึกษาค้นคว้า

4.1 ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น คือวิธีการสอนแบ่งได้ดังนี้

- การสอนโดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
- การสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์

4.2 ตัวแปรตาม มีได้ดังนี้

- ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อตอบข้อสงสัยหรือปัญหาที่พบ ตามความสนใจและระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อันประกอบด้วยการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การพิสูจน์หรือทดลอง ตลอดจนการสรุปผลและนำไปใช้ ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้เลือกปัญหาวางแผนปฏิบัติ ลงมือปฏิบัติและสรุปผลด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา โครงการงานวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1.1 โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

ลักษณะเด่นของโครงการประเภทนี้ คือ เป็นโครงการที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีต่ออีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่ง โครงการที่จะจัดเป็นโครงการประเภททดลองได้ จะต้องเป็นโครงการที่มีการจัดกระทำกับตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการศึกษา โดยทั่ว ๆ ไปขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการประเภทนี้จะประกอบด้วย การกำหนดปัญหา (หรือหาหัวข้อ) การตั้งจุดประสงค์หรือสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปรผล และการสรุปผล

1.2 โครงการประเภทสำรวจ

โครงการประเภทนี้แตกต่างจากโครงการประเภทแรกตรงที่ไม่มีการจัดหรือกำหนดตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษาเหมือนโครงการประเภททดลอง โครงการประเภทสำรวจและรวบรวมข้อมูลนี้ ผู้ทำโครงการเพียงต้องการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

1.3 โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์

โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่เกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นการคิดประดิษฐ์ของใหม่ ๆ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพ

สูงขึ้นก็ได้ โครงการประเภทนี้รวมไปถึงการสร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบายแนวความคิดต่าง ๆ ด้วย

2. การสอนโดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การให้นักเรียน คำนึงกิจกรรมตามที่กำหนดในชุดกิจกรรม โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา เน้นให้นักเรียนได้ฝึกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักในการสร้างชุดกิจกรรมของฮีทเทอร์ (Heaters. 1977 : 344) ภายในชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยชุดกิจกรรมย่อย ๆ จำนวน 5 ชุดดังนี้

ชุดกิจกรรมที่ 1 เป็นชุดที่ให้ความรู้เกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ทั้งหมด คือ ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ ความสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และตัวอย่างของโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิดีโอเทปเป็นสื่อในการให้ความรู้ต่าง ๆ

ชุดกิจกรรมที่ 2 เป็นชุดที่ฝึกให้นักเรียนเขียนเค้าโครงย่อของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภททดลอง และฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลองอย่างง่าย

ชุดกิจกรรมที่ 3 เป็นชุดที่ฝึกให้นักเรียนเขียนเค้าโครงย่อของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการสำรวจ และฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจอย่างง่าย

ชุดกิจกรรมที่ 4 เป็นชุดที่ฝึกให้นักเรียนเขียนเค้าโครงย่อของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ และฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์อย่างง่าย

ชุดกิจกรรมที่ 5 เป็นชุดที่สรุปถึงการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ด้วยวิดีโอเทป และการฝึกเขียนเค้าโครงย่อของโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสนใจ

เมื่อนักเรียนได้เรียนจากชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์จนครบแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเริ่มทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มสนใจตามเวลาที่กำหนดไว้ 12 คาบเรียน

ภายในชุดกิจกรรมย่อย ๆ แต่ละชุด ประกอบด้วย ชุดคู่มือครู และชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน โดยใช้รูปแบบที่ปรับปรุงจากของ อุไรรัตน์ ช้างทรัพย์ (2532 : 53 - 56) ประกอบด้วย

1. ชุดคู่มือครู เป็นคู่มือสำหรับครูที่ใช้เป็นแนวทางใน การดำเนินกิจกรรม ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้

1.1 ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุหมายเลขกิจกรรมและชื่อกิจกรรม

1.2 คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม เพื่อให้ บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้

1.3 จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่นักเรียนต้องทำให้สำเร็จ

1.4 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการสอนชุดกิจกรรมนั้น ๆ

1.5 การดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุถึงการเตรียมตัวล่วงหน้า เช่น อุปกรณ์ และสารเคมี

1.6 เนื้อหา เป็นส่วนที่กล่าวถึงเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนทราบ

1.7 กิจกรรม เป็นส่วนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น การตอบคำถาม การบันทึกข้อมูล ตลอดจนการสรุปผล

1.8 คำเฉลยกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุถึงคำตอบในกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ ตอบคำถามและลงมือปฏิบัติ

1.9 การวัดผลและประเมินผล เป็นส่วนที่ระบุถึงวิธีการตรวจสอบที่จะทำ ให้ทราบว่านักเรียนบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

2. ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดกิจกรรมที่ให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางใน การทำกิจกรรมแต่ละครั้งซึ่งประกอบด้วย

2.1 ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุหมายเลขกิจกรรมและชื่อกิจกรรม

2.2 จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุผล

2.3 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการเรียนด้วยชุดกิจกรรมนั้น ๆ

2.4 การดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุถึงการเตรียมตัวล่วงหน้า เช่น อุปกรณ์ และสารเคมี การทบทวนกิจกรรมที่ผ่านมา นอกจากนี้ยังระบุถึงขั้นตอนในการเรียน ของนักเรียนอย่างละเอียด

2.5 เนื้อหา เป็นรายละเอียดของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนทราบ

2.6 กิจกรรม เป็นส่วนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเช่น การตอบคำถาม การบันทึกข้อมูล ตลอดจนการสรุปผล

2.7 คำเฉลย เป็นส่วนที่ระบุถึงคำตอบในกิจกรรมที่ให้นักเรียนตอบคำถามหรือลงมือปฏิบัติ

3. การสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์โดยครู ซึ่งใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

3.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนโดยครูเป็นผู้ให้ความรู้ด้านเนื้อหา และใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากคิดสงสัยหรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

3.2 ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติทดลองตามขั้นตอนที่ให้ไว้ โดยครูจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น ส่งเสริม และให้คำปรึกษา

3.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยครูจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่ได้รวบรวมไว้มาสรุปเป็นความรู้รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดในการทดลองที่อาจเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ครูจะเป็นผู้นำอภิปรายในแนวทางเพื่อให้ นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและมองมุมกว้างมากขึ้น

เมื่อนักเรียนได้เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มจะทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มสนใจตามเวลาที่กำหนดไว้ 12 คาบเรียน

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมความรู้ และความคิดที่บุคคลใช้แก้ปัญหาที่พบ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงจากของ สมศรี เพชรขจร(2531 : 92-101) ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นประกอบด้วย

4.1 ขั้นการตั้งปัญหา หมายถึงขั้นในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

4.2 ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึงขั้นที่บอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา จากข้อเท็จจริงในสถานการณ์ที่กำหนดให้

4.3 ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหาหมายถึงขั้นในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ

4.4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึงขั้นในการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นว่าผลสุดท้ายของการแก้ปัญหาจะได้ผลอย่างไร

5.ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึงพฤติกรรมที่สามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ถูกขั้นตอนและมีคุณภาพตามเกณฑ์การประเมินโครงงานที่ปรับปรุงจากของ สสวท. (2531 : 52 - 58) ซึ่งมีเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

5.1ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ การพิจารณาตัดสินใจคะแนนใน ข้อนี้ต้องคำนึงถึงระดับชั้นและอายุของนักเรียนด้วย ซึ่งพิจารณาในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

5.1.1หัวข้อโครงงานมีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจนเพียงใด

5.1.2ได้ค้นหาเอกสารอ้างอิงได้เหมาะสมเพียงใด

5.1.3 การรวบรวมข้อมูลกระทำได้ละเอียดถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาเพียงใด

5.1.4ได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการทำโครงงานนี้นอกจากที่เรียนตามหลักสูตรปกติมากน้อยเพียงใด

5.2การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานหรือเทคนิคที่ใช้ในการประดิษฐ์คิดค้น

ถ้าเป็นโครงงานประเภทการทดลองหรือสำรวจรวบรวมข้อมูล การประเมินในข้อนี้อาจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

5.2.1 สมมติฐานได้แถลงไว้ชัดเจนเพียงใด

5.2.2 การออกแบบการทดลองหรือการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำได้รัดกุมเพียงใด

5.2.3 การวัดและการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ทำได้ดีเพียงใด

5.2.4 การจัดกระทำและการนำเสนอข้อมูลทำได้เหมาะสมเพียงใด

5.2.5 ได้มีการทดลองหรือเก็บรวบรวมข้อมูลมากเพียงพอที่จะให้ข้อสรุปที่เชื่อถือได้มากนักน้อยเพียงใด

5.2.6 การแปลผล การสรุปผล เหมาะสมและตั้งบนรากฐานของข้อมูลที่รวบรวมไว้เพียงใด

5.2.7 การบันทึกประจำวันเกี่ยวกับการทำโครงการงานทำให้เรียบร้อย และเหมาะสมเพียงใด

ถ้าเป็นโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ การประเมินโครงการในหัวข้อนี้

อาจพิจารณาดังนี้

5.2.8 การกำหนดอุปกรณ์ และเครื่องมือมีความเหมาะสมเพียงใด

5.2.9 การออกแบบมีความเหมาะสมกับงานที่ใช้เพียงใด เช่น ขนาด รูปร่าง ตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่าง ๆ ฯลฯ

5.2.10 มีความคงทนถาวรเพียงใด

5.2.11 ได้คำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานเพียงใด

5.2.12 การออกแบบได้คำนึงถึงการซ่อมบำรุงรักษามากน้อยเพียงใด เช่น ส่วนที่จำเป็นต้องถอดออกเปลี่ยนบ่อย ๆ อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพียงใด

5.2.13 มีความประณีตเรียบร้อย สวยงามจูงใจผู้ใช้เพียงใด

5.2.14 มีการใช้เทคโนโลยีทันสมัยเพียงใด

5.3 การเขียนรายงาน หัวข้อนี้อาจพิจารณาด้านต่าง ๆ ดังนี้

5.3.1 การเตรียมรายละเอียดลงในแบบฟอร์มทำได้ถูกต้องเพียงใด

5.3.2 การเขียนรายงานครอบคลุมหัวข้อที่กำหนดเพียงใด

5.3.3 มีความเหมาะสมของตาราง หรือกราฟ หรือรูปภาพ ที่ใช้ประกอบมากน้อยเพียงใด

5.3.4 สื่อความหมายในเรื่องที่ได้ถูกต้องและสอดคล้องกันเพียงใด

5.3.5 การทำโครงการได้แสดงให้เห็นถึงความทุ่มเท อดทน และ
ความตั้งใจจริงมากน้อยเพียงใด

5.4 ความคิดริเริ่ม การประเมินในหัวข้อนี้จะต้องคำนึงถึงระดับผู้ทำโครงการ
คือความคิดริเริ่ม หรือความแปลกใหม่ในระดับผู้ทำโครงการด้วยกัน ไม่ใช่ความแปลกใหม่ใน
ระดับผู้ประเมินโครงการ ซึ่งพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

5.4.1 ปัญหาหรือเรื่องที่ทำมีความสำคัญ และมีความแปลกใหม่เพียงใด

5.4.2 มีวิธีการควบคุมตัวแปร หรือหัดตัวแปร หรือเก็บรวบรวมข้อมูล
ต่าง ๆ ได้แปลกใหม่เพียงใด

5.4.3 มีการออกแบบ ประดิษฐ์ คัดแปลงหรือใช้วัสดุที่แปลกใหม่ในการ
ทำโครงการมากน้อยเพียงใด

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
2. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้
3. เอกสารเกี่ยวกับวีซีดีเอเทป
4. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้
3. งานวิจัยเกี่ยวกับวีซีดีเอเทป
4. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์

ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2533 : 5) ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครู อาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้า กำหนดการวางแผน ออกแบบประดิษฐ์ สืบหา ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการแปลผล สรุปผล และการเสนอผลงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 1 - 2) ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามความสนใจ และระดับความรู้ความสามารถ ภายใต้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบปัญหาที่สงสัย ได้ผลงานที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง สำหรับการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาการทำโครงงาน

วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมเสริมด้านวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยี โดยนักเรียนเป็นผู้วางแผนการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล สรุปผลและเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครู อาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิ เป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษา

ธีรชัย บุณยโชติ (2531 : 1) ให้แนวการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ว่าการศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะนำปรึกษาและการดูแลของครูหรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ และอาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ช่วยในการศึกษาค้นคว้านั้น บรรลุผลตามวัตถุประสงค์

ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533 : 16) ให้ความหมายของโครงการงานวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมที่ประกอบด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางไว้ โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ จนโครงการนี้สัมฤทธิ์ผล เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรในวิชาวิทยาศาสตร์

จิรพรหม แสงหล้า (2532 : 9) ให้ความหมายของโครงการงานวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามความถนัดหรือความสนใจ นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะนำ ปรึกษา ช่วยเหลือ และดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษา และหรือผู้ทรงคุณวุฒิโครงการงานวิทยาศาสตร์อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ รวมทั้งสามารถดำเนินกิจกรรมได้ทั้งในและนอกบริเวณโรงเรียน ซึ่งอาจเป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

ฟอร์เลอร์ (Fowler. 1964 : 91 - 93) ให้ความหมายของโครงการงานวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการศึกษาโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเป็นโครงการเพื่อเป็นแนวทางการศึกษาต่อ และมีการปฏิบัติตามแนวทางที่วางไว้เพื่อให้โครงการสัมฤทธิ์ผล

สรุปได้ว่าโครงการงานวิทยาศาสตร์หมายถึง การศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อตอบข้อสงสัยหรือปัญหาที่พบ ตามความสนใจและระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อันประกอบด้วยการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐานการพิสูจน์หรือทดลอง ตลอดจนการสรุปผลและนำไปใช้ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้เลือกปัญหา วางแผน ปฏิบัติ ลงมือปฏิบัติ และสรุปผลด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา

คุณค่าของโครงการงานวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2533 : 7 - 8) ได้สรุปถึงคุณค่าของโครงการงานวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สร้างความสำนึกและรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง
2. เปิดโอกาสให้กับนักเรียนทุกคนได้พัฒนาและแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า และเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจได้ลึกซึ้งไปกว่าการเรียนในหลักสูตรปกติ
4. ทำให้นักเรียนมีความสามารถพิเศษได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตนเอง
5. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และมีความสนใจที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น
6. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์
7. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกันให้มีโอกาสใกล้ชิดกันมากขึ้น
8. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียนให้ดีขึ้น โรงเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ชุมชน ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ชุมชนได้สนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

หลักการของกิจกรรมโครงการงานวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 4) ได้ระบุหลักการที่สำคัญของกิจกรรมโครงการงานวิทยาศาสตร์ มีดังต่อไปนี้คือ

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนริเริ่มวางแผนและดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษา
2. เน้นกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตั้งแต่การกำหนดปัญหาหรือเลือกหัวข้อที่สนใจ การวางแผนการศึกษาค้นคว้า การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลองและการสรุปผลการศึกษาค้นคว้า
3. เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. การทำกิจกรรมโครงการงานวิทยาศาสตร์ มุ่งฝึกให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาด้วยตนเองมิได้เน้นการส่งเข้าประกวดเพื่อรับรางวัล

จุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา (2526 : 34) ได้ระบุจุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ค้นคว้าและประดิษฐ์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อคุณค่าทางวิชาการ

3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเอง
4. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
5. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น ๆ

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ระบุจุดมุ่งหมายของการให้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 1) ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามที่ตนสนใจ
2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง
3. เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
5. เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแต่ละท้องถิ่น

สรุปแล้วการทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ รวมทั้งได้รู้จักการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น ๆ นอกจากนี้โครงการวิทยาศาสตร์บางโครงการ อาจเป็นพื้นฐานให้มีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย

ประเภทของโครงการงานวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งโครงการงานวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท (2531 : 7) คือ

1. โครงการงานประเภทการทดลอง
2. โครงการงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล
3. โครงการงานประเภทสิ่งประดิษฐ์
4. โครงการงานประเภททฤษฎี

1. โครงการงานประเภทการทดลอง ลักษณะเด่นของโครงการงานประเภทนี้คือ เป็นโครงการงานที่มีการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่ง ที่มีต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งโดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งโครงการงานที่จะจัดเป็นโครงการงานประเภทการทดลองได้จะต้องเป็นโครงการงานที่มีการจัดกระทำกับตัวแปรต้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรอิสระ มีการวัดตัวแปรและความคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการศึกษาโดยทั่ว ๆ ไปขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการงานประเภทนี้จะประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งจุดประสงค์หรือสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปลผลและการสรุปผล

2. โครงการงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล โครงการงานประเภทนี้แตกต่างจากโครงการงานประเภทแรกตรงที่ไม่มีการจัดหรือกำหนดตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษาเหมือนโครงการงานประเภทการทดลอง โครงการงานประเภทสำรวจและรวบรวมข้อมูลนี้ ผู้ทำโครงการงานเพียงต้องการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลนี้ อาจทำได้ในหลายรูปแบบ เช่นการออกไปเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคสนาม ซึ่งบางเรื่องก็สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการในห้องดินหรือในสถานที่ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาค้นคว้าได้ทันทีในขณะที่ออกไปปฏิบัติการณ์โดยไม่ต้องนำวัสดุตัวอย่างกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการอีก เช่น การศึกษาสำรวจมลพิษของอากาศในแหล่งต่าง ๆ

3. โครงการงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ โครงการงานประเภทนี้เป็นโครงการงานที่เกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้หรืออุปกรณ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นการคิดประดิษฐ์ของใหม่ ๆ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ โครงการงานประเภทนี้รวมไปถึงการสร้างแบบจำลอง

เพื่ออธิบายแนวความคิดต่าง ๆ ด้วย ตัวอย่างโครงงานประเภทนี้ ได้แก่ โครงงานเรื่อง กระสวยอวกาศ ลิฟท์พลังงานโน้มถ่วง เครื่องจักรกลพลังงานแม่เหล็ก เครื่องอบมันสำปะหลัง แบบจำลองบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ หุ่นยนต์ใช้งานในบ้าน แบบจำลองการใช้พลังงานความร้อน ได้พิภพ ฯลฯ

4. โครงงานประเภททฤษฎี เป็นโครงงานที่เสนอทฤษฎี หลักการหรือแนวความคิดใหม่ ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของ สูตร สมการ หรือคำอธิบายก็ได้ โดยผู้เสนอได้ตั้งกติกาหรือข้อตกลงขึ้นมาเอง แล้วเสนอทฤษฎี หลักการแนวความคิดหรือจินตนาการของตนเองตามกติกา หรือข้อตกลงนั้น หรืออาจใช้กติกาหรือข้อตกลงมาอธิบายสิ่งหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแนวใหม่ ทฤษฎี หลักการ แนวความคิด หรือจินตนาการที่เสนอนี้อาจจะใหม่ ยังไม่มีใครคิดมาก่อน หรืออาจขัดแย้งกับทฤษฎีเดิมหรือเป็นการขยายทฤษฎีหรือความคิดเดิมก็ได้ การทำโครงงานประเภทนี้ จุดสำคัญอยู่ที่ผู้ทำต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ อย่างดี จึงจะสามารถเสนอโครงงานประเภทนี้ได้อย่างมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือ โดยทั่ว ๆ ไปโครงงานประเภทนี้มักเป็นโครงงานทางคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ตัวอย่างโครงงานประเภทนี้ ได้แก่ โครงงานเรื่องการอธิบายอวกาศแนวใหม่ หรือโครงงานเรื่องทฤษฎีของจำนวนเฉพาะ เป็นต้น

ขั้นตอนของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องและมีการดำเนินงานหลายขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นสุดท้ายดังนี้

1. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงงาน
4. การลงมือทำโครงงาน
5. การเขียนรายงาน
6. การแสดงผลงาน

ขั้นที่สำคัญที่สุดของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือการคิดหัวข้อเรื่องของโครงงาน ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดและเลือกด้วยตนเอง โดยทั่วไปหัวข้อเรื่องของโครงงาน มักจะได้อมาจากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ของนักเรียนเอง หัวข้อเรื่องของโครงงานควรเฉพาะเจาะจงและชัดเจนบ่งชี้ว่าจะศึกษาสิ่งใดหรือตัวแปรใด และควรเป็นเรื่องแปลกใหม่หรือมีแนวทางการศึกษาทดลองที่แปลกใหม่ ซึ่งแสดงถึงความคิด

ริเริ่มสร้างสรรค์ด้วย นอกจากนั้นหากคำนึงถึงเรื่องที่เป็นประโยชน์ด้วยก็จะทำให้โครงงานนั้นมีคุณค่ายิ่งขึ้น

แนวความคิดในการเลือกหัวข้อเรื่องเพื่อทำโครงงาน พอสรุปได้ดังนี้

1. จากการอ่านหนังสือต่าง ๆ เช่น ตำรา หนังสือพิมพ์ วารสาร เป็นต้น
2. จากการไปเยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ เช่น วนอุทยาน สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์โรงงานอุตสาหกรรม สถานที่เพาะเลี้ยงพืชและสัตว์ หน่วยงานวิจัย ห้องปฏิบัติการ เป็นต้น
3. จากการฟังบรรยายทางวิชาการ การฟังและชมรายงานทางวิทยุโทรทัศน์
4. จากกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน
5. จากงานอดิเรกของนักเรียนเอง
6. จากการเข้าชมนิทรรศการ หรืองานประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
7. จากการศึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผู้อื่นทำไว้แล้ว
8. จากการสนทนากับครู อาจารย์ เพื่อน ๆ หรือบุคคลอื่น ๆ
9. จากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในที่นี้ยังรวมถึงการขอคำปรึกษาจากผู้ทรงคุณวุฒิและการสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วยหลังจากที่นักเรียนได้หัวข้อเรื่องกว้าง ๆ ที่สนใจจะศึกษาค้นคว้าแล้ว ขั้นตอนต่อไปที่อาจารย์ที่ปรึกษาควรแนะนำคือ แหล่งที่นักเรียนจะสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องนี้จะช่วยให้นักเรียนได้แนวความคิดที่จะกำหนดขอบข่ายของเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าให้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น และได้ความรู้ในเรื่องที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้น จนสามารถออกแบบและวางแผนดำเนินการทำโครงงานนั้นได้อย่างเหมาะสม

การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงงาน เค้าโครงย่อของโครงงานโดยทั่วไปจะเขียนขึ้นเพื่อแสดงแนวความคิด แผนงาน และขั้นตอนของการทำโครงงานนั้น ซึ่งควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. ชื่อโครงงาน

ควรเป็นข้อความที่กระชับรัด ชัดเจน สื่อความหมายตรงและมีความเฉพาะเจาะจงว่าจะศึกษาเรื่องอะไร

2. ชื่อผู้ทำโครงงาน
3. ชื่อที่ปรึกษาโครงงาน
4. ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

อธิบายว่า เหตุใดจึงเลือกทำโครงการนี้ โครงการเรื่องนี้มีควมสำคัญอย่างไร มีหลักการหรือทฤษฎีอะไรที่เกี่ยวข้อง เรื่องที่ทำเป็นเรื่องใหม่หรือมีผู้อื่นได้เคยศึกษาค้นคว้าเรื่องทำนองนี้ไว้บ้างแล้ว ถ้ามีได้ผลเป็นอย่างไร เรื่องที่ทำนี้ได้ขยายเพิ่มเติมปรับปรุงจากเรื่องที่ทำผู้อื่นไว้อย่างไร หรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ควรมีความเฉพาะเจาะจงและเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ เป็นการบอกขอบเขตของงานที่จะทำได้ชัดเจนขึ้น

6. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)

สมมติฐานเป็นคำตอบหรือคำอธิบายที่คาดไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจจะถูกหรือไม่ก็ได้การเขียนสมมติฐานควรมีเหตุผลคือ มีทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์รองรับและที่สำคัญคือเป็นข้อความที่มองเห็นแนวโน้มในการดำเนินการทดลองหรือสามารถทดสอบได้

7. วิธีดำเนินงาน

7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้

ระบุว่าวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้าง จะได้วัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นมาจากไหน วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้างที่ต้องจัดซื้อ อะไรบ้างที่ต้องจัดทำ อะไรบ้างที่ขอยืมได้

7.2 แนวทางการศึกษาค้นคว้า

อธิบายว่าจะออกแบบการทดลองอะไร อย่างไร จะสร้างหรือประดิษฐ์อะไร อย่างไร จะเก็บข้อมูลอะไรบ้าง เก็บข้อมูลอย่างไรและเมื่อใดบ้าง

8. แผนปฏิบัติงาน

อธิบายเกี่ยวกับกำหนดเวลาเริ่มต้นและเวลาเสร็จของการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน

9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

10. เอกสารอ้างอิง

การลงมือทำโครงการ เป็นขั้นตอนปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในเค้าโครงย่อที่เสนออาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. เตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ให้พร้อมก่อนลงมือทดลอง
2. มีสมุดสำหรับบันทึกกิจกรรมประจำวันว่าทำอะไรไป ได้ผลอย่างไร มีปัญหาและข้อคิดเห็นอย่างไร
3. ปฏิบัติการทดลองด้วยความละเอียดรอบคอบ และบันทึกข้อมูลไว้ให้เป็นระเบียบและครบถ้วน
4. คำนึงถึงความประหยัดและความปลอดภัยในการทำงาน

5. พยายามทำตามแผนงานที่วางไว้ในตอนแรก แต่อาจเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมบ้าง หลังจากที่ได้เริ่มต้นทำงานไปแล้ว ถ้าคิดว่าจะทำให้ผลงานดีขึ้น

6. ควรปฏิบัติการทดลองซ้ำ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้มากขึ้น

7. ควรแบ่งงานเป็นส่วนย่อย และทำแต่ละส่วนให้สำเร็จ ก่อนทำส่วนอื่นต่อไป

8. ควรทำงานส่วนที่เป็นหลักสำคัญ ๆ ให้เสร็จก่อนแล้วจึงทำส่วนที่เป็นส่วนประกอบหรือส่วนเสริมเพื่อตกแต่งโครงงาน

9. อย่าทำงานต่อเนื่องจนเมื่อยล้า จะทำให้ขาดความระมัดระวัง

10. ถ้าเป็นโครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ควรคำนึงถึงความคงทน แข็งแรงและขนาดที่เหมาะสมของสิ่งประดิษฐ์นั้น

การเขียนรายงาน เมื่อดำเนินการทำโครงงานจนครบขั้นตอนได้ข้อมูลทำการวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งแปลผลและสรุปผลแล้ว งานขั้นตอนต่อไปที่ต้องทำก็คือการเขียนรายงาน

การเขียนรายงานเกี่ยวกับโครงงานเป็นวิธีสื่อความหมายที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง เพื่อให้คนอื่น ๆ ได้เข้าใจถึงแนวความคิด วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงงานนั้น

การเขียนรายงานควรจะใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ๆ ชัดเจน สั้น ๆ และตรงไปตรงมา โดยให้ครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ชื่อโครงงาน
2. ชื่อผู้ทำโครงงาน
3. ชื่อที่ปรึกษา
4. บทคัดย่อ

อธิบายถึงที่มาและความสำคัญของโครงงาน วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ และผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปต่าง ๆ อย่างย่อ

5. ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

อธิบายความสำคัญของโครงการ เหตุผลที่เลือกทำโครงงานนี้และหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน เรื่องที่ทำเป็นเรื่องใหม่หรือมีผู้อื่นเคยศึกษาไว้บ้างแล้วถ้ามีได้ผลเป็นอย่างไร เรื่องที่ทำนี้ได้ขยาย เพิ่มเติม หรือปรับปรุงจากเรื่องที่มีผู้อื่นได้ทำไว้อย่างไรบ้าง หรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

6. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
7. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

8. วิธีดำเนินการ อาจแยกเป็น 2 ข้อย่อย คือ

8.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

8.2 วิธีดำเนินการทดลอง อธิบายขั้นตอนการดำเนินงานโดยละเอียด

9. ผลการศึกษาค้นคว้า นำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองต่าง ๆ ที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลงานการวิเคราะห์ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ด้วย

10. สรุปและข้อเสนอแนะ อธิบายผลที่สรุปที่ได้จากการทำโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมติฐานควรระบุว่า ข้อมูลที่ได้สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือยังสรุปไม่ได้ นอกจากนี้ยังควรกล่าวถึงการนำผลการทดลองไปใช้ประโยชน์ อุปสรรคของการทำโครงการ หรือข้อสังเกตที่สำคัญ หรือข้อผิดพลาดบางประการที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการนี้ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขหากจะมีผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องทำนองนี้ต่อไปในอนาคตด้วย

11. คำขอบคุณ ส่วนใหญ่โครงการวิทยาศาสตร์มักจะเป็นกิจกรรมที่ได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่าย ดังนั้นเพื่อเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศของความร่วมมือจึงควรได้กล่าวขอบคุณบุคลากรหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จด้วย

12. เอกสารอ้างอิง อ้างถึงหนังสือและ/หรือเอกสารต่าง ๆ ที่ผู้ทำโครงการใช้ค้นคว้า หรืออ่านเพื่อศึกษาหาข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำโครงการนี้

ที่กล่าวมานี้เป็นรูปแบบหนึ่งของการเขียนรายงานเท่านั้น ซึ่งเป็นการเขียนรายงานในลักษณะทั่ว ๆ ไป รูปแบบดังกล่าวนี้อาจไม่เหมาะสมกับโครงการทุกประเภทก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่ลักษณะโครงการ อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นโครงการประเภทใดสิ่งสำคัญที่สุดที่ผู้เขียนรายงานควรตระหนักไว้อย่างเสมอก็คือควรเขียนรายงานให้ชัดเจนใช้ศัพท์เทคนิคที่ถูกต้อง ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และครอบคลุมประเด็นสำคัญ ๆ ทั้งหมดของโครงการ

การแสดงผลงาน การแสดงผลงานจัดได้ว่าเป็นขั้นตอนสำคัญอีกประการหนึ่งของการทำโครงการ เรียกได้ว่าเป็นงานขั้นสุดท้ายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการแสดงผลผลิตของงาน ความคิด และความพยายามทั้งหมดที่ผู้ทำโครงการได้ทุ่มเทลงไป และเป็นวิธีการที่จะทำให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจถึง

ผลงานนั้น ๆ มีผู้กล่าวว่า การวางแผนออกแบบเพื่อจัดแสดงผลงานนั้นมีความสำคัญเท่า ๆ กับการทำโครงการนั่นเอง ผลงานที่ทำขึ้นจะดียอดเยี่ยมเพียงใด แต่ถ้าการจัดแสดงผลงานทำได้ไม่ดี ก็เท่ากับไม่ได้แสดงความดีเยี่ยมของผลงานนั้นนั่นเอง

การแสดงผลงานนั้น อาจทำได้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น การแสดงในรูปแบบนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูด หรือในรูปแบบของการจัดแสดงโดยไม่มีการอธิบาย

ประกอบ หรือในรูปแบบของการรายงานปากเปล่า ไม่ว่าการแสดงผลงานจะอยู่ในรูปแบบใด
ควรจะจัดให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่อที่ปรึกษา
2. คำอธิบายย่อ ๆ ถึงเหตุจูงใจในการทำโครงการและความสำคัญของโครงการ
3. วิธีการดำเนินการ โดยเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ
4. การสาธิตหรือแสดงผลที่ได้จากการทดลอง
5. ผลการสังเกตและข้อมูลเด่น ๆ ที่ได้จากการทำโครงการ

การประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินผลโครงการ
เพื่อจะได้ทราบว่าโครงการที่นักเรียนทำไปแล้วนั้นถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด นับว่าเป็นกิจกรรมที่
มีความสำคัญมาก (สสวท. 2531 : 52 - 58) ตามปกติครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินโครงการ
หรืออาจประเมินโดยคณะกรรมการของโรงเรียน เพื่อคัดเลือกโครงการไปแสดงในโอกาสอื่น ๆ
ต่อไป ส่วนการประเมินโครงการเพื่อตัดสินให้รางวัลในวันแสดงโครงการ ส่วนใหญ่จะประเมิน
โดยกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจากบุคคลภายนอกที่ได้รับเชิญ การประเมินผลไม่ว่าจะเพื่อวัตถุประสงค์
ใด จะมีหลักเกณฑ์ใหญ่ ๆ ที่คล้ายกัน จะแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดและแบบที่ใช้ประเมิน
ในที่นี้จะเสนอแบบการประเมินผลโครงการไว้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่อผู้ทำโครงการ.....
.....
ชั้น/ห้อง.....โรงเรียน.....
ชื่อโครงการ.....
คะแนนที่ได้.....
ชื่อผู้ประเมินโครงการ.....

ให้วงกลมล้อมรอบคะแนนที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมในตารางข้างล่างนี้

รายการพิจารณา	ดียอดเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้
ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ	10	9	8 7 6	5 4 3 2 1
การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำ โครงการหรือเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการ ประดิษฐ์คิดค้น	10	9	8 7 6	5 4 3 2 1
รายการพิจารณา	ดียอดเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้
การเขียนรายงาน การจัดแสดงโครงการ และการอธิบายปากเปล่า	10	9	8 7 6	5 4 3 2 1
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	10	9	8 7 6	5 4 3 2 1

การที่นักเรียนสามารถทำโครงการจนสำเร็จ และนำมาแสดงในงานได้ แสดงว่านักเรียนได้ใช้สติปัญญา กำลังความสามารถและได้เกิดการเรียนรู้แล้ว การประเมินผลโครงการจึงไม่ควรมีความว่าตก หรือใช้ไม่ได้ หรือไม่ผ่าน ทุกโครงการที่นำมาแสดงถือว่าอย่างน้อยอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้แล้ว ดังนั้นการแปลความหมายของคะแนนที่ได้จึงอาจแปลดังนี้

36 - 40 ดียอดเยี่ยม

24 - 35 ดีเยี่ยม

12 - 23 ดี

4 - 11 พอใช้

สำหรับเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิจารณาประเมินผลโครงการในแบบประเมินดังกล่าว อาจอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ การพิจารณาตัดสินให้คะแนนในข้อนี้ต้องคำนึงถึงระดับชั้นและอายุของนักเรียนด้วย ซึ่งอาจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ใช้ศัพท์เทคนิคได้ถูกต้องและมีความเข้าใจในศัพท์เทคนิคที่ใช้เพียงใด

1.2 ได้ค้นหาเอกสารอ้างอิงได้เหมาะสม และมีความเข้าใจในเรื่องที่อ้างอิง
 มากน้อยเพียงใด

1.3 มีความเข้าใจในหลักการสำคัญ ๆ ของเรื่องที่ทำมากน้อยเพียงใด

1.4 ได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการทำโครงการนั้นนอกเหนือจากที่เรียนตาม
 หลักสูตรปกติมากน้อยเพียงใด

2. การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการหรือเทคนิคที่ใช้ในการ
 ประดิษฐ์คิดค้น

ถ้าเป็นโครงการประเภทการทดลอง หรือสำรวจรวบรวมข้อมูล การประเมินในข้อนี้
 ควรพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ปัญหาหรือสมมติฐานได้แถลงไว้ชัดเจนเพียงใด

2.2 การออกแบบการทดลองหรือการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลทำได้รัดกุม
 เพียงใด

2.3 การวัดและการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ทำได้ดีเพียงใด

2.4 การจัดกระทำและการนำเสนอข้อมูลทำได้เหมาะสมเพียงใด

2.5 การแปลผลเหมาะสมและตั้งบนรากฐานของข้อมูลที่รวบรวมได้
 เพียงใด

2.6 การบันทึกประจำวันเกี่ยวกับการทำโครงการทำไว้เรียบร้อยและ
 เหมาะสมเพียงใด

ถ้าเป็นโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ การประเมินโครงการในหัวข้อนี้พิจารณาดังนี้

2.7 วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมเพียงใด

2.8 การออกแบบมีความเหมาะสมกับงานที่จะใช้เพียงใด เช่น ขนาด
 รูปร่าง ตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่าง ๆ ฯลฯ

2.9 มีความคงทนถาวรเพียงใด

2.10 ได้คำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานเพียงใด

2.11 การออกแบบได้คำนึงถึงการซ่อมบำรุงรักษามากน้อยเพียงใด เช่น ส่วนที่
 จำเป็นต้องถอดออกเปลี่ยนบ่อย ๆ หรือต้องซ่อมบำรุงบ่อย ๆ อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพียงใด

2.12 มีความประณีตเรียบร้อย สวยงามจูงใจผู้ใช้เพียงใด

2.13 เทคนิควิธีการที่ใช้มีความเหมาะสมกับเทคโนโลยีในปัจจุบันเพียงใด

ถ้าเป็นโครงการเชิงทฤษฎี การประเมินโครงการในหัวข้อนี้อาจพิจารณาดังนี้

2.14 แนวความคิดมีความต่อเนื่องเพียงใด

- 2.15 แนวความคิดมีเหตุผลและมีความเป็นไปได้มากนักน้อยเพียงใด
- 2.16 กติกาหรือข้อตกลงเบื้องต้นที่ใช้มีความเหมาะสมเพียงใด
- 2.17 การอธิบายหรือการสรุปแนวความคิดตั้งบนกติกาหรือข้อตกลงเบื้องต้นที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด

3. การเขียนรายงาน การจัดแสดงโครงงาน และการอธิบายปากเปล่า การประเมินโครงงานในหัวข้อนี้เป็นการประเมินในด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.1 รายงานที่นักเรียนได้เขียนขึ้นทำได้เหมาะสมเพียงใด ซึ่งอาจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังนี้ ความถูกต้องของแบบฟอร์ม ความชัดเจนและครอบคลุมของบทคัดย่อศัพท์ที่ใช้ ความชัดเจนและรัดกุมของภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของตาราง กราฟ รูปภาพที่ใช้ประกอบ

3.2 การจัดแสดงโครงงาน ทำได้เหมาะสมเพียงใด คำอธิบายที่เขียนในแผ่นโปสเตอร์ที่จัดแสดง ชัดเจน และช่วยให้เข้าใจโครงงานที่ทำได้เพียงใด ออกแบบและติดตั้งได้สวยงามน่าชมเพียงใด วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาแสดง จัดได้เหมาะสมเพียงใดดึงดูดความสนใจเพียงใด ช่วยให้เข้าใจโครงงานได้ดีขึ้นเพียงใด

3.3 การอธิบายปากเปล่า อธิบายได้ชัดเจน รัดกุมเพียงใด ใช้ภาษาได้เหมาะสมเพียงใด ตอบคำถามได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและแคล่วคล่องเพียงใด

4. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การประเมินในข้อนี้ต้องคำนึงถึงระดับผู้ทำโครงงาน คือ เป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์หรือความแปลกใหม่ในระดับผู้ทำโครงงาน ไม่ใช่ในระดับของผู้ประเมินโครงงาน ซึ่งอาจพิจารณาในหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ปัญหาหรือเรื่องที่ทํามีความสำคัญ และมีความใหม่แปลกเพียงใด

4.2 ได้มีการคิดแปลง เปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมแนวความคิดที่แปลกใหม่ ลงไปในโครงงานที่ทํามากน้อยเพียงใด

4.3 มีการคิดและใช้วิธีการที่ใหม่แปลกในการควบคุมหรือวัดตัวแปร หรือเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากน้อยเพียงใด

4.4 มีการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือที่ใหม่แปลกในการทำโครงงานมากน้อยเพียงใด

4.5 มีการออกแบบ ประดิษฐ์ คิดแปลง หรือใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ใหม่แปลกในการทำโครงงานมากน้อยเพียงใด

จากรูปแบบการประเมินผลโครงงานวิทยาศาสตร์ของ สสท.นี้ ผู้วิจัยจึงนำมาดัดแปลง เพื่อวัดความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้

แคปเฟอร์ และแคปเฟอร์ (Kapfer and Kapfer. 1972 : 3 - 10) ให้ความหมายว่า ชุดการเรียนรู้เป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ และรวบรวมเนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นชุดการเรียนรู้นั้น ได้มาจากขอบข่ายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้และเนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจน ที่จะสื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียน

ดิวิตโต และครอกโกเวอร์ (Divito and Krockover. 1976 : 388) ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า "Creative Sciencing Ideas and Activities for Teacher and Children" กิจกรรมที่สร้างขึ้นได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมแต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดและเพื่อเกิดกิจกรรมอื่น ๆ ตามมาอีก ชุดการเรียนรู้จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ช่วยให้มีทักษะและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524 : 60 - 61) ได้ให้ความหมายของคำว่าชุดการเรียนรู้ (Learning Package) และคำว่าชุดการสอน (Instructional Package) ว่า ชุดการสอนเป็นคำที่ใช้กันมาแต่ดั้งเดิม แต่การใช้ว่าชุดการสอนทำให้ครูเกิดแนวคิดว่าการเรียนทั้งหลายจัดไว้เพื่อให้ครูเป็นคนลงมือใช้ ดังนั้นผู้ทำกิจกรรมคือครู ผู้เรียนเป็นฝ่ายสังเกตและฟัง ในปัจจุบันนักการศึกษาจึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า ชุดการเรียนรู้ (Learning Package) เพื่ออ้างถึงแนวการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นจุดศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้สื่อต่าง ๆ ในชุดการเรียนรู้เพื่อศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยลดบทบาทของครูในการบอกลง ซึ่งสื่อต่าง ๆ ที่จัดไว้มักนิยมจัดไว้ในกลุ่มหรือซองเป็นหมวด ๆ ซึ่งภายในชุดการเรียนรู้จะประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ เช่น รูปภาพ สไลด์เทป ภาพยนตร์ แผ่นคำบรรยาย วัสดุอุปกรณ์ ฯลฯ และการมอบหมายงานเพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์กว้างขวางมากขึ้น

วาสนา ชาวหา (2525 : 139) ได้กล่าวถึงชุดการเรียนรู้การสอนเป็นรายบุคคลว่าเป็นชุดการเรียนรู้การสอนที่จัดโปรแกรมสำหรับผู้เรียน เรียนด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจของแต่ละบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนไปให้ถึงขีดสุดความสามารถ โดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น ๆ

นิพนธ์ คุชปริตี (2525 : 74 - 75) ได้กล่าวถึง ชุดการเรียนรู้ว่าเป็นการรวบรวมสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้อย่างสะดวก เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ชุดการเรียนรู้จะต้องประกอบด้วยสื่อต่าง ๆ ที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดี อาจจะเป็นสื่อหลายชนิดตามความเหมาะสม โดยพิจารณาจาก

1. ใช้สื่อหลายชนิดตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้
2. เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้เรียน
3. เหมาะสมกับลักษณะการตอบสนองของผู้เรียนที่คาดหวังว่าจะได้
4. เป็นสื่อ ที่จัดหาได้ไม่ยากนัก

วิภาภรณ์ เตโชธัญญ์ (2533 : 17 - 18) ได้กล่าวถึงชุดการเรียนรู้ว่าชุดการเรียนรู้เป็นสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุด โดยฟังครูน้อยที่สุด ผู้เรียนสามารถเขียนได้อย่างอิสระตามความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการพึ่งตนเองในการศึกษาหาความรู้

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ชุดการเรียนรู้เป็นการรวบรวมสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปไว้เป็นชุดเพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหา แล้วให้นักเรียนศึกษาตามขั้นตอนที่กำหนดเป็นการเรียนที่เน้นความสามารถส่วนบุคคล ผู้เรียนมีความเป็นอิสระ และฟังครูผู้สอนน้อย

ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้

ยูลตัน และคนอื่น ๆ (วาสนา ชวหา. 2525 : 140 ; อ้างอิงมาจาก Houston and others. 1972) ได้ให้ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. คำชี้แจง (Prospectus) ในส่วนนี้จะอธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมาย ขอบข่ายของชุดการเรียนการสอน สิ่ง que ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ก่อนเรียน และขอบข่ายของกระบวนการทั้งหมดในชุดการเรียนรู้

2. จุดมุ่งหมาย. (Objectives) คือ ข้อความที่แจ่มชัดไม่กำกวม ที่กำหนดว่า ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จอะไรหลังจากเรียนแล้ว

3. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-assessment) มีจุดประสงค์ 2 ประการคือ เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนอยู่ในระดับใดในการเรียนการสอนนั้น และเพื่อดูว่าเขาได้สัมฤทธิ์ผลตามความมุ่งหมายเพียงใด การประเมินผลเบื้องต้นนี้อาจอยู่ในรูปแบบของการทดสอบแบบข้อเขียน ปากเปล่า การทำงาน ปฏิบัติการตอบสนอง ต่อคำถามง่าย ๆ เพื่อให้รู้ถึงความต้องการและความสนใจ

4. การกำหนดกิจกรรม (Enabling Activities) คือ การกำหนดแนวทางและวิธีเพื่อไปสู่จุดหมายที่ตั้งไว้ โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นด้วย

5. การประเมินผลขั้นสุดท้าย (Post - assesment) เป็นข้อทดสอบเพื่อวัดผล การเรียนหลังจากที่เรียนแล้ว

ควน (Duann. 1973 : 169) ได้กล่าวถึงโครงสร้างพื้นฐานที่คล้ายคลึงกันของชุดการเรียนรู้รูปแบบไว้ 6 ประการคือ

1. ทางจุดหมายและเนื้อหาที่ต้องการ
2. บรรยายเนื้อหา
3. ทางจุดหมายเชิงพฤติกรรม
4. เลือกกิจกรรมในการเรียน
5. ทางกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดทัศนคติ
6. จัดเครื่องมือวัดผลก่อนที่จะเรียน

คาร์คาเรลลี (Cadarelli. 1973 : 150) ได้กำหนดโครงสร้างของชุดการเรียนรู้ว่า ต้องประกอบด้วย

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rationale)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
5. การสอบครั้งแรก (Pre-test)
6. กิจกรรมและการประเมินตนเอง (Activities and self Evaluation)
7. การทดสอบย่อย (Quiz)
8. การทดสอบขั้นสุดท้าย (Post-test)

กรีน (Green. 1976 : 38 - 47) ได้กล่าวถึง การสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพว่า ควรนำเอาชุดการเรียนรู้เข้ามาใช้ และได้เสนอรูปแบบของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วย

1. บัตรคำถามคำตอบ นำมาใช้ก่อนและหลังเรียน เพื่อให้เด็กแน่ใจว่าต้องการศึกษา และเด็กไม่รู้เรื่องเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนมาก่อน อีกประการหนึ่งคือเป็นการกระตุ้นให้เกิดแนวคิดในการทำงานต่อไป

2. บัตรทดลอง จะประกอบด้วยปัญหามาไปสู่อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง วิธีดำเนินการทดลอง

เดอร์วีโต และครอกโกเวอร์ (Devito and Krockover. 1976 : 308) ได้จัดทำชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า "Creative Sciencing Ideas and Activities for Teacher and Children" เป็นชุดกิจกรรมที่นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดและเกิดกิจกรรมอื่นๆตามมา เหมาะที่ครูจะนำมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียน

รูปแบบของชุดการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. ปัญหาที่จะนำไปสู่กิจกรรม
2. กำหนดสถานการณ์ที่เป็นการบรรยายหรือกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามจากการใช้สถานการณ์หรือกิจกรรมการทดลอง
4. ข้อเสนอแนะเพื่อให้มีนักเรียนมีแนวทางในการทำกิจกรรมต่อไป
5. คำถามเพื่อให้มีนักเรียนเกิดความคิดและความสนใจที่จะประกอบกิจกรรมหรือดำเนินการ

การหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

นิรมล ศตวุฒิ (2526 : 142) ได้อธิบายว่าส่วนประกอบหลักของชุดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคล (Individualized Learning Package) มีดังต่อไปนี้ คือ

1. เป้าหมาย เป็นการกำหนดผลที่ต้องการหรือผลที่คาดหวังขึ้นสุดท้ายกับผู้เรียน ควรได้รับเมื่อเรียนจบแล้ว ดังนั้นการกำหนดเป้าหมายในชุดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคลนี้อาจกำหนดเป็นเป้าหมายของบทเรียนแต่ละหน่วยใหญ่ หรือเป้าหมายของกระบวนการเรียนในส่วนในหน่วยย่อย ๆ หรือในบทเรียนแต่ละเรื่องย่อยจะมีการกำหนดเฉพาะจุดประสงค์เท่านั้น

2. จุดประสงค์ คือ การกำหนดผลที่ต้องการหรือผลที่คาดหวังที่เฉพาะเจาะจงของเนื้อหาบทเรียนแต่ละตอนจนเห็นได้ชัดเจนและเข้าใจตรงกันว่าผลเหล่านั้นคืออะไร จะได้มาด้วยวิธีใดในระดับคุณภาพขนาดใด นั่นคือกำหนดผลที่คาดหวังในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)

3. แนวคิดที่ควรรู้ (Ideas to be learned) ประกอบด้วยแนวคิดที่สำคัญโดยสรุปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ผู้เรียนกำลังจะเรียนเพื่อช่วยในการศึกษา วิเคราะห์ จัดหมวดหมู่และแก้ปัญหาในรายละเอียดเนื้อหาบทเรียนต่อไป และเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนก็จะได้รับแนวคิดเหล่านี้

4. การประเมินตนเองก่อนเรียน (Preassessment) เป็นการกำหนดว่าผู้เรียนจะต้องทำอะไรบ้าง เพื่อที่จะค้นพบว่าตนเองได้รู้เนื้อหาที่กำลังจะเรียนมาก่อนแล้วมากน้อยเพียงไร เพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่าจะเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ใด หรือควรได้รับการยกเว้นไม่ต้อง

ทำกิจกรรมใดบ้าง การประเมินตนเองก่อนเรียนนี้อาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก็ได้ หรืออาจให้ผู้เรียนแสดงหลักฐานว่าได้เรียนรู้ในเรื่องที่กำลังจะเรียนบางส่วนหรือทั้งหมดก็ได้

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activity) ประกอบด้วยขั้นตอนที่เสนอแนะให้ผู้เรียนปฏิบัติตาม เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้นี้จะเรียนตามลำดับก่อนหลังในบางโอกาสผู้เรียนอาจจะไม่ทำทุกกิจกรรม อาจข้ามบางกิจกรรมถ้าสามารถทำกิจกรรมอื่นต่อไปได้สำเร็จ

6. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์หรือไม่ อาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหรือให้ผู้เรียนเสนอผลงานในรูปแบบใดก็ได้ตามที่กำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์

ขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้

ฮัทเทอร์ (Heaters. 1977 : 344) ได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เลือกเนื้อหาบทเรียน แล้วจัดลำดับขั้นเนื้อหาให้ต่อเนื่องกันจากง่ายไปหายาก
2. ประเมินหาความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีสอน และสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงความพร้อม และความต้องการของผู้เรียน
4. กำหนดรูปแบบการเรียนรู้
5. กำหนดหน้าที่ของครูผู้ประสานงานหรือจัดอำนวยความสะดวกในการเรียน
6. สร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนว่าบรรลุเป้าหมาย จุดประสงค์ในการเรียนหรือไม่

วาสนา ชาวหา (2525 : 131) ได้กล่าวถึง การเรียนการสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อสนองความคิดในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) โดยผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนที่มีอยู่ (Capacity) การเรียนการสอนที่จัดว่าเป็นแบบ โปรแกรมนี้ ต้องอยู่ในลักษณะหรือสภาพ 4 ประการคือ

1. แบ่งขั้นตอนการเรียนรู้เป็นหน่วยย่อย ๆ และเรียงลำดับจากง่ายไปสู่ยาก (Gradual Approximation) จัดความรู้หรือเนื้อหาวิชาให้ผู้เรียนไปทีละขั้นตอน และแต่ละขั้นย่อย ๆ นั้นได้มีลำดับจากสิ่งที่ย่างไปหาสิ่งที่ยากขึ้นทีละน้อยอย่างต่อเนื่องกัน เพื่อให้ผู้เรียน

สามารถเรียนรู้ได้ง่าย

2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำด้วยตนเอง อาจจัดในรูปแบบของการซักถาม การทดสอบ การอภิปราย หรือวิธีการใดก็ตามที่อาศัยหลักการของจิตวิทยาในเรื่องการเสนอสิ่งเร้าเพื่อให้ผู้เรียนตอบสนอง (S - R Theory) การเรียนการสอนลักษณะนี้ทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ไม่เบื่อหน่ายต่อบทเรียน

3. ให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนของตนเองอย่างทันทีทันใด (Immediate Feedback) ภายหลังที่นักเรียนได้ตอบสนองสิ่งเร้าแล้ว ความแจ่มแจ้งหรือเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้นักเรียนได้ทราบผลทันทีทันใด จะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ไม่ขาดตอน และไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน

4. ให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนเป็นระยะ ๆ (Successful Experience) เนื่องจากการแบ่งขั้นการเรียนออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ และแจ้งผลการตอบสนองของผู้เรียนอย่างฉับพลัน ทำให้ผู้เรียนได้รับความพอใจในความสำเร็จของตน เสมือนเป็นการให้รางวัลซึ่งจัดว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง (Reinforcement) ทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ต่อไป

บทเรียนสำเร็จรูปก็ได้จัดลำดับเนื้อหาหรือประสบการณ์การเรียนรู้จากง่ายไปสู่ยาก เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตามความสามารถของแต่ละบุคคล หรืออาจกล่าวได้ว่าบทเรียนสำเร็จรูปก็คือ บทเรียนที่มีลักษณะเช่นเดียวกับบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) และมีขั้นตอนในการจัดทำ 4 ขั้นตอนดังนี้ (วาสนา ชาวหา, 2525 : 132 - 137)

1. ขั้นวางแผนทางวิชาการ (Planning Stage) ซึ่งประกอบด้วย

1.1 กำหนดเนื้อเรื่อง ขอบข่ายของเรื่องและระดับชั้น เพื่อจะได้ดำเนินเรื่องให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และถูกต้อง

1.2 การวางจุดมุ่งหมาย เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนบทเรียนให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด

1.2.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objectives) เป็นจุดมุ่งหมายกว้าง ๆ ของวิชานั้น

1.2.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะทำให้ผู้เขียน ดำเนินเรื่องได้ตามความมุ่งหมายเพราะจุดมุ่งหมายชนิดนี้กระจำจที่สุด ซึ่งทุกคนสามารถเข้าใจตรงกัน และผู้วัดสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้

1.3 การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นการแตกเนื้อหาให้ละเอียดและเรียงลำดับจากง่ายไปยาก โดยระมัดระวังการข้ามขั้นตอนที่ควรจะต้องถึง และความสับสนในการเรียงลำดับเนื้อหาสิ่งใดควรกล่าวก่อน สิ่งใดควรกล่าวทีหลัง การกระทำขั้นนี้เรียกว่า "การวิเคราะห์ภารกิจ" (Task Analysis) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ดีตลอดบทเรียน

1.4 สร้างแบบทดสอบ เพื่อนำไปใช้สอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังจากได้เรียนบทเรียนแล้ว (Post-test) ซึ่งจะเป็นเครื่องชี้ว่าบทเรียนนี้ใช้ได้หรือไม่แบบทดสอบที่ใช้ก่อนและหลังบทเรียนสำเร็จรูปนี้ควรจะเป็นฉบับเดียวกัน หรือถ้าเป็นคนละฉบับ ก็ควรจะเป็นแบบทดสอบที่วัดในเนื้อหาเดิม และตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเพียงแต่ว่าข้อความหรือวิธีการพลิกแพลงแตกต่างกันออกไป

2. ขั้นดำเนินการเขียน (Development Stage) ในการเขียนบทเรียนนั้นประกอบด้วยหน่วยย่อย ๆ ที่เรียกว่า กรอบ (Frame) โดยเริ่มจากกรอบเริ่มต้น (Set Frame) แล้วตามด้วยกรอบฝึก (Practice Frame) ทั้งสองกรอบนี้รวมเรียกว่ากรอบสอน (Teaching Frame) ในกรอบสอนนี้จะบอความรู้ให้ทีละน้อย จนคาดว่าผู้เรียนเข้าใจดีในเรื่องย่อยหรือจุดสอน ในจุดสุดท้ายของกรอบสอนจะมีกรอบสอบ (Criterion Frame) เพื่อคาดว่าเด็กนักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนหรือยัง แล้วจึงจะไปยังกรอบสอนและกรอบฝึกต่อไป

3. ขั้นนำออกทดลอง (Try - out) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การทดลองเป็นรายบุคคลและแก้ไข (Individual Try-out and Revision) ควรเลือกนักเรียนในการทดลองที่อ่อนกว่าปานกลางเล็กน้อย โดยการทดสอบ (Pre-test) เสียก่อน จากนั้นให้นักเรียนเรียนบทเรียน ในขณะเดียวกันผู้สร้างบทเรียนต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและจดบันทึกไว้ เพื่อที่จะได้นำไปจัดเกลายบทเรียนให้ใช้ได้เหมาะสมต่อไป เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้วให้ทำแบบทดสอบ (Post-test) อีกครั้งหนึ่ง

ระยะที่ 2 การทดลองเป็นกลุ่มและปรับปรุงแก้ไข (Group Try-out and Revision) นักเรียนที่จะนำมาทดลองในระยะนี้ควรจะเป็นนักเรียนปานกลาง 5 - 8 คน ก่อนจะทำการทดลองควรจะได้สร้างความเข้าใจแก่นักเรียนเสียก่อน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจว่าตนเป็นที่ปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้ดีขึ้น จากนั้นก็ดำเนินการเหมือนกับการทดลองในระยะที่ 1

ระยะที่ 3 การทดลองภาคสนามหรือทดลองกับห้องเรียนจริง และปรับปรุงแก้ไข (Field Try-out and Revision) ดำเนินการเหมือนระยะแรก ๆ เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่แน่ใจว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้

4. ขั้นใช้ผลผลิต (Implementation) เป็นขั้นที่นำบทเรียนที่ผ่านการทดลองทั้ง 3 ครั้งไปใช้กับนักเรียนที่อยู่ในสภาพชั้นเรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งผู้สร้างจะต้องติดตามผลการใช้บทเรียน นี้อยู่เสมอ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น

คุณค่าของชุดการเรียน

กินเวอร์ด (เชาวนิย์ อะยะวงค์. 2524 : 32 ; อ้างอิงมาจาก Grinewald. 1975) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนว่า

1. นักเรียนที่ใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง จะมีโอกาสศึกษาวัสดุประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในหัวข้อนั้นกว้างขวางขึ้น
 2. นักเรียนเห็นคุณค่าความจำเป็นของวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียนและพยายามที่จะศึกษาพิจารณาผลการเรียนของตนเองว่ารู้สิ่งใดบ้าง จะต้องศึกษาเพิ่มเติมอะไรอีก
 3. สื่อสารต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่แปลก ๆ จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อ
 4. ชุดการเรียนมีการแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะต้องไปศึกษาเพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด เป็นต้น
 5. กิจกรรมใดที่ผู้เรียนทำได้สำเร็จบรรลุถึงวัตถุประสงค์แล้วย่อมก่อให้เกิดความพอใจแก่ผู้เรียน อันเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากศึกษาหรือทำกิจกรรมต่อไป
- นิพนธ์ ศุภปริติ (วิภาภรณ์ เตโชชัยวุฒิ. 2533 : 43-45 ; อ้างอิงจาก นิพนธ์ ศุภปริติ. 2525) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ชุดการสอนสำหรับนักเรียนนั้นจะสร้างขึ้นให้นักเรียนใช้ นักเรียนจะทำตามคำแนะนำที่บอกไว้ในชุดการสอนนั้น ๆ ด้วยตนเอง ศึกษาและเรียนรู้ตลอดจนตอบคำถามด้วยตนเอง
2. สร้างขึ้นสำหรับการศึกษาต่อเนื่อง ชุดการสอนจะถูกสร้างขึ้นเป็นรายวิชาแต่ละวิชาจะถูกแบ่งย่อย ๆ ในแต่ละหน่วยสร้างชุดการสอนขึ้น 1 ชุด แต่ละชุดเรียงลำดับตั้งแต่ง่ายไปหายากตามลำดับ ผู้เรียนจะเริ่มเรียนตั้งแต่ชุดแรกแล้วก็เรียนแต่ละชุดต่อกันไปเรื่อย ๆ จนจบบทเรียน ผู้เรียนมีโอกาสเลือกเรียนในแต่ละสาขาที่ตนชอบได้ตามความพอใจจะเรียนอย่างไรก่อนและอย่างไรทีหลังและจะให้นักเรียนก้าวหน้าไปเท่าไรก็ได้ไม่มีขีดจำกัด แต่ละวิชามีหน่วยการสอนตามลำดับเมื่อจบแต่ละหน่วยแล้วมีโอกาสติดตามความต้องการและความสามารถของผู้เรียนนั้น ๆ
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถตามความต้องการของตนเอง

4. ผู้เรียนจะเรียนที่ไหน เมื่อไรก็ได้ตามความพอใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถใช้เวลาเรียนเพียงไรก็ได้

วสนา ขาวหา (2525 : 139 - 140) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของชุดการเรียนว่า

1. นักเรียนสามารถเรียนได้ตามลำพัง เป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล โดยไม่ต้องอาศัยครูผู้สอน และเป็นไปตามความสามารถของผู้เรียน ในอัตราความเร็วของแต่ละคน โดยไม่ต้องกังวลว่าจะตามเพื่อนไม่ทัน หรือต้องเสียเวลาคอยเพื่อน
2. นักเรียนสามารถนำไปเรียนที่ใดก็ได้ตามสะดวก
3. แก้ปัญหาการขาดครูได้เป็นบางโอกาส อาจใช้ชุดการเรียนนี้กับนักเรียนเนื่องจากครูไม่เพียงพอ หรือมีความจำเป็นมาสอนไม่ได้
4. ฝึกนักเรียนให้เรียนรู้โดยการกระทำที่นอกเหนือไปจากสภาพการณ์ในชั้นเรียนปกติ ที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ เป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนอย่างกว้างขวางและเป็นการเน้นกระบวนการเรียนรู้ (Process) มากกว่าเนื้อหา

วิภาภรณ์ เดโชชัยวุฒิ (2533 : 45) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนว่าชุดการเรียนช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จด้วยตนเองตามความสามารถของตนอย่างเหมาะสม ไม่จำกัดเวลา สถานที่เรียน ผู้เรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้านการสอน ชุดการเรียนช่วยลดบทบาทของครูและแก้ปัญหาคือการเรียนการสอนได้ เช่น การขาดครู ความแตกต่างระหว่างบุคคล

สรุปได้ว่า ชุดการเรียนสามารถช่วยแก้ปัญหาคือขาดแคลนครู ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองได้ตามความสามารถ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำชุดการเรียนมาใช้ในการสอนเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง เป็นการฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาคือของแต่ละบุคคล

เอกสารเกี่ยวกับวีดีโอเทป

เครื่องเทปโทรทัศน์หรือวีดีโอเทป (Video Tape) เป็นอุปกรณ์เกี่ยวกับโทรทัศน์ชนิดหนึ่งที่สามารถบันทึกได้ทั้งสัญญาณภาพและสัญญาณเสียง ที่เหมือนหรือใกล้เคียงธรรมชาติ เครื่องเทปโทรทัศน์ได้ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางทั้งในทางธุรกิจ การศึกษา และเป็นอุปกรณ์บันเทิงภายในบ้าน ปัจจุบันการศึกษาในระดับต่าง ๆ เกือบทั่วโลก นำเครื่องเทปโทรทัศน์มาใช้เพื่อปรับปรุงและเพิ่มคุณภาพการเรียนการสอนจนเป็นที่กล่าวว่า เทปโทรทัศน์ทำให้เกิดมิติใหม่ทางการศึกษา โดยเฉพาะเครื่องเทปโทรทัศน์ที่ผลิตออกมามีรุ่นใหม่ ๆ ในปัจจุบันยังมีราคาถูกลงมาก

ใช้ง่าย สะดวกไม่ยุ่งยาก ทุกคนก็เล่นได้ จึงสามารถนำมาใช้ในการศึกษาได้ทั้งปัจจุบันและอนาคต

เครื่องเทปโทรทัศน์ได้พัฒนามาในช่วงระยะ 20 ปีกว่ามานี้ ซึ่งบุญส่ง แจ้งสว่าง (2524 : 125 - 127) ได้รวบรวมไว้ดังนี้

1. แบบโอเพ่นรีล (Open Reel) เป็นเครื่องเทปโทรทัศน์แบบแรกที่เกิดขึ้นในโลก เมื่อปี ค.ศ. 1965 โดยบริษัท แอมเพ็กซ์ แห่งประเทศอเมริกา เป็นผู้คิดค้น ในระยะเวลาเดียวกันนั้น ทางบริษัท อาร์ซีเอ และบริษัท ปิปีซี ก็คิดค้นเครื่องวีดีโอเทปอยู่เหมือนกันแต่ระบบการทำงานยังไม่สมบูรณ์ จนกระทั่งแอมเพ็กซ์ได้คิดค้นขึ้น ซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้กันเรื่อยมา เครื่องวีดีโอเทปแบบโอเพ่นรีล มีขนาดความกว้างของเส้นเทปตั้งแต่ $1/2$ นิ้ว 1 นิ้ว และ 2 นิ้ว ขนาดที่ใช้ในการออกอากาศของสถานีโทรทัศน์คือ ขนาด 1 นิ้ว และ 2 นิ้ว ส่วนขนาด $1/2$ นิ้ว ปัจจุบันบริษัทเลิกผลิตแล้ว

2. แบบคาสเซ็ท (Cassette) เนื้อเทปถูกบรรจุอยู่ในตลับ ทำให้การหยิบใช้สะดวกมากขึ้น เครื่องเทปโทรทัศน์แบบคาสเซ็ทที่นิยมใช้มีอยู่ 3 ขนาดคือ $1/4$ นิ้ว $1/2$ นิ้ว และ $3/4$ นิ้ว แต่ปัจจุบันนี้ ขนาด $1/4$ นิ้ว ไม่เป็นที่นิยมใช้ ภายหลังได้มีการพัฒนาระบบ 8 มิลลิเมตร ขึ้นมาอีกขนาดหนึ่ง

2.1 เทปคาสเซ็ท $3/4$ นิ้ว มีชื่อเรียกว่าแบบ ยู - เมติก (U - Matic) ปัจจุบันใช้กันมากทั้งในวงการโทรทัศน์ทั้งบ้านที่กรายการไว้ออกอากาศ ตามหน่วยงานและสถาบันต่าง ๆ ก็ใช้เครื่องวีดีโอเทปแบบ ยู - เมติก เช่นเดียวกัน เนื่องจากมีคุณภาพสูงและราคาไม่แพงเหมือนแบบโอเพ่นรีล

2.2 เทปคาสเซ็ท $1/2$ นิ้ว เครื่องวีดีโอเทปขนาดนี้เป็นแบบที่ใช้กันตามบ้าน มีอยู่เป็นจำนวนมากมาย มีการแข่งขันกันประดิษฐ์คิดค้นจนเกิดระบบต่าง ๆ ของเครื่องแตกต่างกันไปหลายระบบดังนี้

2.2.1 ระบบเบต้า (Beta) โซนี่เป็นผู้คิดค้นขึ้น เรียกว่า ระบบเบต้าแมกซ์ (Betamax) ออกจำหน่ายในปี ค.ศ. 1976

2.2.2 ระบบวีเอชเอส (VHS) ย่อมาจากคำว่า Video Home System บริษัท เจวีซีเป็นผู้คิดค้น และออกจำหน่ายหลังระบบเบต้า 1 ปี

2.2.3 ระบบวีซีอาร์ (VCR) คิดค้นโดยบริษัทฟิลิปส์ เนื้อเทปบรรจุอยู่ในตลับแบบแกนเดี่ยว เหมือนเทป 8 แทรก ที่ใช้อยู่ในรถยนต์ ระบบนี้มีผู้นิยมน้อยมาก

2.2.4 ระบบเอสวีอาร์ (SVR) มีชื่อเต็มว่า Super Video Recorder บริษัทกรุนดิกเป็นผู้คิดค้น การบรรจุตลับเช่นเดียวกับระบบ วีซีอาร์ แต่ระบบกลไกต่างกัน

2.2.5 ระบบ Video 200 คิดค้นโดยบริษัทฟิลิปส์และกรุนดิกร่วมกันปกติ แล้วเทปโทรทัศน์จะเล่นได้หน้าเดียว แต่ระบบนี้เล่นได้สองหน้า

2.3 เทปคาสเซ็ท 8 มิลลิเมตร เป็นวีดีโอเทปที่มีขนาดของเส้นเทปกว้างเท่ากับ 8 มิลลิเมตร เนื่องจากเทปในระบบต่าง ๆ ถึงแม้จะมีขนาดของเส้นเทปเท่ากันก็ตาม แต่ไม่สามารถนำมาเล่นในเครื่องต่างระบบกันได้ ต้องใช้เฉพาะเครื่องเทปและม้วนเทประบบเดียวกัน เท่านั้น และขนาดของตลับเทปยังมีขนาดใหญ่ไม่สะดวกในการที่จะสร้างกล้องถ่ายที่บรรจุม้วนเทปไว้ในตัวกล้องหรือถ้าสร้างก็จะมีขนาดตัวกล้องใหญ่มาก ไม่สะดวกในการใช้งานจากข้อจำกัดดังกล่าว บริษัทผู้ผลิตก็ตระหนักเป็นอย่างดี ได้มีการทุ่มทุนและกำลังความคิดที่จะพัฒนาระบบใหม่ ขึ้นมาให้มีขนาดเล็กลง และเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก จึงได้กำเนิด ระบบ 8 ม.ม.ออกมา และบริษัทโซนี่ได้ผลิตระบบ 8 ม.ม. ออกสู่ตลาดเป็นบริษัทแรก เมื่อปี 2527 ด้วยเทคโนโลยี อันสำคัญที่ใกล้จะสมบูรณ์เต็มที่และมีการปรับปรุงกันอย่างฉับพลัน เป็นที่น่าจับตามองว่าตลาด จะให้การยอมรับเพียงใด

นอกจากวีดีโอเทปแล้ว ยังมีอุปกรณ์ที่มีคุณลักษณะทำนองเดียวกันคือ วีดีโอดิสก์ (Video Disc) บันทึกภาพและเสียงลงในแผ่นคล้ายแผ่นเสียง มีระบบต่าง ๆ กันดังนี้

1. ระบบสัมผัสด้วยหัวเข็ม ผลิตโดยโรงงาน TED แห่งสวีตเซอร์แลนด์
2. ระบบวัดค่าประจุคาปาซิแตนซ์ คิดค้นโดย อาร์ซีเอ
3. ระบบแสง (Optical) คิดค้นโดย ฟิลิปส์ร่วมกับ อาร์ซีเอ แห่งสหรัฐอเมริกา
4. ระบบกึ่งสัมผัส VHD คิดค้นโดย เจวีซี

ระบบที่นิยมใช้กัน ได้แก่ ระบบแสง ซึ่งให้แสงเลเซอร์เป็นตัวแปลงสัญญาณในแผ่น ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า ระบบนี้ไม่มีการสัมผัสกันระหว่างเข็มกับตัวแผ่น การทำงานโดยใช้แสง ไฟกัลสไปที่หลุมสัญญาณบนแผ่นที่ทำด้วยอลูมิเนียม เคลือบด้วยพลาสติกใสอีกทีหนึ่งพลาสติกใสนี้จะ ป้องกันไม่ให้หลุมสัญญาณถูกรบกวนเป็นรอยขีดข่วน คุณภาพของภาพที่ออกมาเป็นที่ยืนยันว่ามีความ คมชัด สีสวยกว่าเทปโทรทัศน์ สามารถจะข้ามไปเล่นช่วงที่ต้องการได้ การหยุดภาพหรือการ เล่นภาพช้า วีโอดิสก์ ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าเทปโทรทัศน์มาก แต่ข้อเสียที่สำคัญของ วีโอดิสก์คือ ไม่สามารถบันทึกรายการเองได้ ต้องอาศัยแผ่นที่เขามบันทึกไว้แล้วเท่านั้น

คุณค่าของวีดีโอเทป

เทปโทรทัศน์หรือวีดีโอเทป (video tape) เป็นวัสดุที่ใช้ควบคู่กับโทรทัศน์ นับเป็น สิ่งจำเป็นและมีความนิยมมาก เพราะมีการปรับปรุงและวิวัฒนาการทั้งด้านราคาและรูปแบบให้

เหมาะสมกับการนำมาใช้ทั้งในวงการบินและการศึกษา เป็นอุปกรณ์ที่สะดวกสบายในการนำรายการที่บันทึกไว้มาเสนอได้ตลอดเวลา คุณภาพของภาพก็ไม่แตกต่างจากรายการสด สามารถลบและอัดใหม่ได้ตามต้องการ (เกศินี โชติกเสถียร. 2523 : 108)

การได้ยินเสียงและได้เห็นภาพพร้อมกันไป ย่อมมีอิทธิพลประทับใจผู้ชมมากกว่าได้ยินเสียงเพียงอย่างเดียว (ชม ภูมิภาค. 2516 : 147) โทรทัศน์นั้น อยู่ในฐานะที่ดีมาก เพราะสามารถที่จะให้เห็นทั้งภาพและได้ยินทั้งเสียงรวมกันไป จึงสามารถที่จะให้ความรู้ในทุก ๆ รูปแบบ ตั้งแต่ความรู้ง่าย ๆ ไปหาขบวนการที่ซับซ้อนได้

พินิต วัฒน (2520 : 11) ได้กล่าวถึงคุณค่าของโทรทัศน์ที่มีต่อการศึกษาไว้ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือที่จะเข้าถึงคนหมู่มากได้พร้อม ๆ กันโดยสะดวกและประหยัด
2. เป็นการผสมผสานส่วนที่ดีที่สุดของวิทยุและโทรทัศน์เข้าด้วยกัน
3. เป็นเครื่องมือที่สามารถเอาชนะอุปสรรคการเรียนรู้หลายประการ เพราะสามารถที่จะเสนอความคิดที่สำคัญ สร้างทัศนคติ ให้ข่าวสารสำคัญ โดยไม่จำเป็นว่าผู้รับจะมีความสามารถทางภาษาสูง หรือต้องอยู่ ณ สถานที่หรือเหตุการณ์นั้นด้วย
4. เป็นการขยายความสัมพันธ์ส่วนตัวของครูที่เก่ง ๆ หรือผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ ให้ถึงผู้รับมาก ๆ
5. โทรทัศน์จะช่วยให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาทางสังคมที่สำคัญ
6. มีความปัจจุบันทันด่วน ทำให้ผู้รับสนใจมาก และย่อมก่อให้เกิดการเรียนรู้สูง
7. โทรทัศน์ สามารถนำเสนออุปกรณ์การศึกษาอื่น ๆ เช่น ของจริง, รูปภาพ, ภาพยนตร์, และอื่น ๆ เข้ามาใช้ร่วมกันด้วยความสะดวก การใช้อุปกรณ์การศึกษาหลายอย่างร่วมกันเช่นนี้ย่อมทำให้ผู้เรียนเข้าใจดี
8. การวิจัยพบว่า โทรทัศน์ ใช้สอนหลักการ ความคิดรวบยอด และกฎเกณฑ์ได้ผลดีที่สุด

เกศินี โชติกเสถียร (2523 : 181) กล่าวว่า การนำวีดีโอเทปมาใช้ ย่อมก่อให้เกิดประโยชน์ในวงการศึกษาดังนี้

1. สามารถที่จะนำการสอนของครู ซึ่งอาจเป็นการสอนหรือการสาธิต กลับมาฉายซ้ำให้นักเรียนดูได้หลายครั้ง
2. สามารถบันทึกการสอน เพื่อนำกลับมาใช้กับชั้นเรียนหลายชั้น โดยไม่ต้องเตรียมการสอนใหม่ ทำให้ทุ่นแรงผู้สอน
3. การบันทึกการสอนไว้ในเทปบันทึกภาพ สามารถที่จะเผยแพร่หรือแลกเปลี่ยนรายการระหว่างสถาบันการศึกษาได้ ทั้งในและนอกประเทศ

4. การบันทึกภาพการสอนของครูในชั้นเรียน หรือกิจกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนแล้วนำมาเปิดทบทวนเพื่อวิเคราะห์และประเมินผล จะได้รับการปรับปรุงหรือเปรียบเทียบ อันจะนำมาซึ่งการสอนที่ดีขึ้น

การ์คอน ได้กล่าวถึงคุณค่าของวีดีโอเทปไว้ว่า นิยมใช้กันแพร่หลายมากเพราะสามารถใช้บันทึกการรายการแสดงก่อนนำไปออกรายการจริง ๆ โดยปรับปรุงแก้ไขการแสดงที่ไม่ดีเสียก่อน คือ ลบหรือบันทึกใหม่ได้เสมอ การทำเช่นนี้ทำให้การส่งออกไปดี ไม่มีที่ติได้หรืออาจใช้บันทึกรายการออกอากาศ เพื่อเก็บไว้ออกอากาศใหม่ได้ หรือนำไปถ่ายนอกสถานที่เอามาเพื่อนำออกรายการที่สถานี วีดีโอเทปยังสามารถบันทึกได้ทั้งภาพและเสียงพร้อมกัน (บุญชู ใจช็อกุล. 2526 : 8)

ชม ภูมิภาค (2516 : 518) กล่าวว่า โทรทัศน์สามารถเสนอภาพได้้นอกจากเสียงแล้ว และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นภาพที่เคลื่อนไหว จึงมีคุณค่าต่อผู้ชมอย่างยิ่ง เนื่องจากภาพทางโทรทัศน์มีคุณสมบัติดังนี้คือ

1. ทำให้เห็นเหมือนจริงและจับใจได้ ทำให้เกิดความเชื่อและเลื่อมใส และชักจูงให้คล้อยตามได้ง่ายกว่าสื่ออื่น ๆ
2. ทำให้ผู้ดูเกิดความทรงจำติดตาได้นาน
3. ภาพที่แสดง ชักนำให้เด็กและแม้แต่ผู้ใหญ่เอง เชื่อว่าเป็นจริง ทั้ง ๆ ที่ได้เสนอโดยผิดเพี้ยนความจริงไปบ้างเล็กน้อยก็ตาม
4. ภาพจะช่วยปลูกอารมณ์ขันของเด็กได้ง่าย และสร้างรอยประทับใจเด็กได้ดีกว่าผู้ใหญ่

การผลิตรายการวีดีโอ

กระบวนการผลิตบทเรียนตามหลักสูตรนั้น จะต้องร่วมมือกันอย่างใกล้ชิดระหว่างฝ่ายผลิตหรือฝ่ายเทคนิค กับฝ่ายหลักสูตรหรือฝ่ายวิชาการในชั้นต้น คือ การวางแผนที่ฝ่ายหลักสูตรจะต้องวิเคราะห์และกำหนดคือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายที่แน่นอนของบทเรียนให้ชัดเจนว่า เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนแล้วนักเรียนจะได้อะไร หรือทำอะไรได้ตามเป้าหมาย
2. กำหนดเนื้อหาวิชาของบทเรียนว่า ครอบคลุมสิ่งใด และจะสนองจุดมุ่งหมายของบทเรียนเพียงใด และจะเรียบเรียงเนื้อหาในลักษณะอย่างไร จึงจะพร้อมที่จะถ่ายทอดออกมาเป็นภาพและเสียง หรือรายการบนจอโทรทัศน์ได้

3. วิเคราะห์นักเรียนในกลุ่มผู้รับบทเรียนทางโทรทัศน์ เช่น วัย ความสามารถ ความรู้พิเศษ ความสนใจ พื้นฐานทางวัฒนธรรม และอื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการทำ บทเรียนให้เหมาะสม

4. การเลือกครู จะต้องเลือกอย่างพิถีพิถัน โดยปกติจะเลือกครูที่สอนเก่ง แต่ก็ต้องระวังในเรื่องนี้ ครูที่ตามปกติสอนเก่ง แต่เมื่อออกหน้ากล้องอาจจะทำอะไรไม่ได้หรือไม่ดี เหมือนอยู่หน้าชั้นเรียนตามปกติ ครูจะต้องร่วมมือและยอมรับการที่จะต้องฝึกทำอะไรบางอย่าง เพื่อให้เข้ากับเทคนิคการเสนอเรื่องราวตามวิธีการของโทรทัศน์ ครูจะต้องมีคุณสมบัติเป็นที่ยอมรับของคนเรียน ว่าเหมาะสมกับลักษณะวิชาที่เขาจะสอนด้วย การคัดเลือกและกำหนดครูที่จะสอนบทเรียนทางโทรทัศน์ จึงนับว่าเป็นสิ่งจำเป็น

อนึ่ง การวางแผนการผลิตบทเรียนโทรทัศน์ เมื่อได้กำหนดจุดมุ่งหมาย เนื้อหาวิชา ศึกษาผู้เรียน และคัดเลือกครูแล้ว จะต้องดำเนินการด้านวิธีสอนคือ

1. วางวิธีสอนและลำดับขั้นตอน
2. ผลิตและจัดอุปกรณ์การสอนสำหรับบทเรียน
3. จัดเอกสารและตำราประกอบบทเรียน รวมทั้งคู่มือครูและนักเรียน

ตลอดเวลาการเตรียมการทั้งหมดนี้ ฝ่ายผลิตรายการจะต้องมาคอยถาม และให้คำแนะนำชี้แจง โดยเฉพาะในเรื่องวิธีการเสนอบทเรียน และวางขั้นตอนในลักษณะของความต่อเนื่องของบทเรียน ทั้งภาพและเสียงเป็นขั้นตอนไป ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกและบังเกิดความแน่นอนในการเขียนบทโทรทัศน์ เมื่อเขียนบทโทรทัศน์แล้ว อาจมีการสอบถามร่วมกันทั้งความสะดวกในการผลิตและความถูกต้องทางวิชาการ เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ลงมือถ่ายทำเพื่อให้รายการออกมาดี ควรจะได้ซ้อมสอนเสียก่อนจนได้ทีแล้วก็เป็นเรื่องของฝ่ายผลิตรายการที่จะดำเนินการถ่ายทำ และบันทึกแล้วควรจะประเมินทั้งฝ่ายผลิตและฝ่ายวิชาการหาพบว่ามีส่วนบกพร่องในส่วนใด ก็สมควรแก้ไข เช่น ด้านภาพ กล้อง แสง สี เสียง ก็จะได้ปรับปรุงใหม่ ทางฝ่ายวิชาการอาจจะตั้งจุดมุ่งหมายไว้ไม่ดี เนื้อหาจัดไม่เหมาะหรืออุปกรณ์การสอนไม่ดีก็จะได้แก้ไขถ่ายทำและบันทึกใหม่ เมื่อทำบทเรียนใหม่หลังจากแก้ไขแล้ว ถ้าจะให้รู้แน่ว่าดีจริงควรนำออกไปทดสอบประสิทธิภาพในสถานการณ์การเรียนรู้อันจริง ๆ เป็นการทดสอบภาคสนามและประเมินผลว่าได้ผลเพียงใด ทั้งทางวิชาการและเทคนิค บทเรียนนั้นควรจะเก็บไว้เป็นต้นฉบับสำหรับอัดสำเนา และสำหรับถ่ายทอดรายการเมื่อต้องการต่อไป บทเรียนนี้นาน ๆ ไปอาจล้าสมัย เช่นเดียวกับหนังสือหรือตำราควรแก้ไขปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ (พินิต วัฒโน. 2520 : 9 - 10)

การวางแผนการผลิตรายการวีดีโอ

ธวัชชัย สันติประภา (2528 : 13 - 29) ได้กล่าวถึงการวางแผนการผลิตวีดีโอเทปไว้ดังนี้

วีดีโอเทปเป็นสื่อที่กำลังมีบทบาทในการนำมาใช้ประกอบการสอนในชั้นเรียนในการฝึกอบรมในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ในการผลิตวีดีโอเทป ผู้ผลิตควรมีการเตรียมการ มีการวางแผนในการผลิต ทั้งนี้เพื่อให้ได้วีดีโอเทปที่เป็นสื่อการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากว่าในการผลิตวีดีโอเทปจะต้องอาศัยเทคโนโลยีในการผลิต ประกอบกับวีดีโอเทปยังเป็นสื่อที่มีราคาแพง ฉะนั้นการผลิตหากไม่สมบูรณ์นั้นจะทำให้เป็นการสูญเปล่าทั้งเวลา ความคิด ตลอดจนเงินทอง มีปัจจัยต่าง ๆ หลายประการด้วยกันที่สนับสนุนและเกื้อหนุนการผลิตวีดีโอเทปให้มีประสิทธิภาพสมดังวัตถุประสงค์ที่มุ่งหวังไว้ ปัจจัยต่าง ๆ ที่ผู้ผลิตควรคำนึงถึงมีดังต่อไปนี้

1. เนื้อหา (content)
2. เวลา (time)
3. ค่าใช้จ่าย (cost)
4. ผู้ร่วมงาน (staff)

ปัจจัย 4 ประการนี้ เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องถึงกัน หากมีปัญหาเกิดขึ้นที่ปัจจัยตัวใดตัวหนึ่งก็จะส่งผลกระทบต่อปัจจัยอีกตัวหนึ่ง ในปัจจัยแต่ละตัวนี้ยังมีองค์ประกอบต่าง ๆ (elements) ที่เราควรคำนึงถึง ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. เนื้อหา (content) ผู้ผลิตควรคำนึงถึงเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาดังต่อไปนี้
 - 1.1 เรื่องที่จะผลิตเป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร มีเนื้อหาอะไรบ้าง
 - 1.2 วัตถุประสงค์ในการใช้วีดีโอเทปนั้น ใช้เพื่อประกอบการสอนในวิชาหรือให้ความรู้ หรือให้ข่าวสาร หรือชักจูงใจนิสิตนักศึกษาหรือประชาชนทั่วไป ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบแนวทางในการกำหนดเนื้อหาของรายการ
 - 1.3 ใช้กับใคร คือ ใครเป็นบุคคลเป้าหมาย (target audience)
 - 1.4 เราสามารถที่จะหาข้อมูลหรือรายละเอียดของเนื้อหาจากแหล่ง (source) ใดบ้าง เช่น หนังสือ ตำรา เอกสารงานวิจัยต่าง ๆ หรือจากบุคคลผู้ที่เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเนื้อหา ดังกล่าว หรือจากภาพยนตร์ สไลด์ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหานั้น และเอกสาร วัสดุต่าง ๆ เหล่านี้จะยืมได้จากที่ใด หรือจะหาซื้อได้จากที่ใด

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการใช้วีดีโอเทปเรื่องดังกล่าว

เมื่อเราสามารถกำหนดสิ่งต่าง ๆ ข้างต้นแล้ว ก็ทำให้เราสามารถกำหนดหัวข้อเรื่อง และเนื้อหาของวีดีโอเทป

2. เวลา (time) ตั้งแต่เริ่มต้นของกระบวนการ คือ การวางแผนการผลิตตลอดจน การนำวีดีโอเทปดังกล่าวไปฉายให้กับกลุ่มบุคคลเป้าหมายของเรา ฉะนั้นสิ่งที่ผู้ผลิตวีดีโอเทป ควรจะคำนึงเกี่ยวกับเวลามีดังนี้

2.1 เราจะใช้วีดีโอเทปชนิดนี้เมื่อใด

2.2 รายการวีดีโอเทปดังกล่าวจะมีความยาวเท่าใด

2.3 จะเริ่มต้นผลิตเมื่อใด แต่ละขั้นตอนในการผลิตรายการต้องใช้เวลาเท่าใด และจะเสร็จสมบูรณ์เมื่อใด

3. ค่าใช้จ่าย (cost) ค่าใช้จ่ายเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การผลิตวีดีโอเทปมีคุณภาพ หากมีงบประมาณมาก ผู้ผลิตก็สามารถจัดหาวัสดุอุปกรณ์ เจ้าหน้าที่ ผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ มาร่วมกันผลิตได้อย่างสมบูรณ์ หากมีงบประมาณจำกัด ผู้ผลิตก็อาจจะต้องตัดทอนบางสิ่งบางอย่างให้เหลือเฉพาะเท่าที่จำเป็นจริง ๆ เท่านั้น ทำให้คุณภาพของเทปโทรทัศน์ที่ได้ก็อาจจะไม่ สมบูรณ์เท่าที่ควร ในการผลิตวีดีโอเทปรายการหนึ่ง ๆ นี้จะต้องมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนการจัดการ ดังต่อไปนี้

3.1 ค่าวีดีโอเทป

3.2 ค่าเทปเสียง

3.3 ค่าวัสดุและอุปกรณ์ประกอบรายการ

3.4 ค่าวัสดุอุปกรณ์ทางศิลปกรรม เช่น กระดาษ, สี, พู่กัน, อักษรลอก

เป็นต้น

3.5 ค่าพาหนะและค่าเชื้อเพลิง

3.6 ค่าอาหารและเครื่องดื่มสำหรับบริการผู้ร่วมงานขณะทำงาน

3.7 ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าที่พัก

3.8 ค่าเช่าอุปกรณ์ หรือเครื่องมือบางอย่าง

3.9 ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด เช่น ขณะถ่ายทำ หลอดไฟขาด ก็จำเป็นต้องซื้อมา

ทดแทน

4. ผู้ร่วมงาน (staff) การผลิตวีดีโอเทปนั้นมิใช่งานที่ทำได้ด้วยคนเดียวคนเดียว การผลิตวีดีโอเทปให้มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องอาศัยผู้ชำนาญ หรือผู้เชี่ยวชาญ (specialists) ด้านต่าง ๆ มาร่วมทำงาน ฉะนั้นเพื่อให้วีดีโอเทปชุดดังกล่าวมี ประสิทธิภาพ บรรลุตามวัตถุประสงค์

ประสงค์ที่วางไว้ การผลิตวีดิโอเทปจึงเป็นงานที่ต้องอาศัยการทำงานเป็นกลุ่ม (team work) ดังนั้นในการคัดเลือกตัวผู้ร่วมงาน จะต้องคำนึงว่าผู้ที่มาร่วมงานนั้นเป็นผู้ที่จะทำงานร่วมกับบุคคลอื่น ๆ ได้

ในการผลิตวีดิโอเทปนั้นจะต้องประกอบด้วยบุคคลฝ่ายต่าง ๆ ตามความถนัดและความชำนาญของแต่ละบุคคล เช่น ผู้กำกับการแสดง (director) ผู้กำกับเวที (floor director) ผู้กำหนดเนื้อหา (content planner) ผู้เขียนบท (script writer) ช่างภาพ (cameraman) ช่างศิลป์ (artist) ผู้ควบคุมภาพ (switcher) ผู้ประกอบเสียง (mixer) ผู้บรรยาย (narrator or commentator) เป็นต้น

สำหรับเจ้าหน้าที่ในหน้าที่ต่าง ๆ หากไม่มีเจ้าหน้าที่เพียงพอ และเจ้าหน้าที่ต่าง ๆ นั้น มีความสามารถในการทำหน้าที่อื่น ๆ ได้ ก็อาจจะทำหน้าที่หลายหน้าที่ก็ได้

ขั้นตอนในการผลิตรายการวีดิโอเทป

ไพโรจน์ ศิริธนากุล, นิพนธ์ ศุภศรี และขจีรัตน์ บิณฑกุล (2528 : 76 - 78) กล่าวว่า "การผลิตรายการวีดิโอเทปขึ้นเรื่องหนึ่งนั้น มีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอนด้วยกัน ซึ่งหากผู้ผลิตปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ก็จะทำให้การผลิตรายการเทปโทรทัศน์ ดำเนินไปได้อย่างราบรื่น และสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย" ซึ่งขั้นตอนการผลิตรายการวีดิโอเทปมี 13 ขั้นตอน แต่ละขั้น จะมีรายละเอียดและแนวทางเฉพาะ ดังนั้นวิธีที่ดีควรมีการวาง "แผนย่อย" ในแต่ละขั้นด้วย

1. กำหนดจุดประสงค์และเป้าหมายที่ชัดเจน (objectives) ต้องรู้จุดประสงค์ของเรื่องที่ต้องการ รู้ประเภทผู้ชม และวิธีการใช้สอนในห้องเรียน
2. รวบรวมข้อมูลและเอกสาร (collection of materials and research) ที่จำเป็นสำหรับการจัดทำรายการ ตรวจสอบความถูกต้อง รวมทั้งคุณภาพและปริมาณ ซึ่งขั้นนี้มีความสำคัญมาก
3. คัดเลือกข้อมูลข่าวสาร (selection of materials) เอามาเฉพาะที่เหมาะสม จะใช้ในการทำรายการเท่านั้น
4. เขียนบทรายการวีดิโอเทป (scenario writing) เป็นขั้นที่เรียบเรียงและจัดเนื้อหารายการ ซึ่งควรมีการทำตั้งแต่เนิ่น ๆ
5. การเตรียมบันทึกเทปโทรทัศน์ (preparation for video recording) จัดทำตารางในการบันทึก และจัดเจ้าหน้าที่ประจำแต่ละงาน และต้องแน่ใจว่า เจ้าหน้าที่

แต่ละคนทราบงานในหน้าที่คือ

6. งานศิลป์ (artwork) เป็นงานด้านการเตรียมหัวเรื่อง แผ่นภาพพลิก จากอุปกรณ์อื่น ๆ
 7. เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตทดลอง (equipment and material for demonstration) ซึ่งก่อนการบันทึกเทปต้องแน่ใจว่าสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการสาธิตมีพร้อม
 8. การบันทึกภาพ (video recording) ก่อนการบันทึกภาพ ควรตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เรียบร้อยแล้วจึงบันทึกภาพตามเนื้อหา
 9. การตัดต่อ (editing) หลังจากบันทึกเทปแล้วนำมาเรียบเรียงตัดต่อ เพื่อให้เรื่องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเหมาะสมตามที่กำหนดไว้ ไม่ก่อความรำคาญให้กับผู้ชม
 10. การบันทึกเสียง (sound recording) เป็นขั้นที่เสียงต่าง ๆ จะถูกบันทึกเข้าไปในเทปโทรทัศน์ตามบทนั้น ๆ เช่น คำบรรยาย (Narration) การสนทนา (dialogue) เพลง (music) เสียงประกอบ (sound effects)
 11. ฉายทดลอง (preview) เป็นการฉายให้ผู้ร่วมงานฝ่ายต่าง ๆ ได้ชมพร้อมกัน เพื่อเป็นการตรวจสอบและวิจารณ์ดูว่ามีส่วนใดควรต้องปรับปรุง และถ้าต้องการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเทปโทรทัศน์ดังกล่าว เราควรรวนำไปฉายทดลองให้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยการสุ่มตัวอย่างจากกลุ่มเป้าหมาย เพื่อตรวจสอบก็ได้
 12. การนำไปใช้ (utilization of program) เมื่อมีการทดลองใช้ว่าวีดีโอเทปดังกล่าวสามารถใช้ได้ก็จะได้นำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งอาจเป็นการฉายในห้องเรียน หรือศึกษาเป็นรายบุคคลก็ได้
 13. การประเมินผล (evaluation) เมื่อฉายวีดีโอเทปดังกล่าวแล้ว ควรมีการประเมินผลรายการ จะทำให้ทราบว่ากลุ่มเป้าหมายนั้นมีความเข้าใจในเนื้อหาหรือไม่ อย่างไร และมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการถ่ายทำ การแสดง การสาธิต (ถ้ามี) การดำเนินเนื้อหา การตัดต่อ ศิลปกรรม ดนตรีและเสียงประกอบ ซึ่งผลจากการประเมินนี้ผู้ผลิตสามารถนำไปใช้ปรับปรุงรายการวีดีโอเทป และอาจใช้เป็นแนวทางในการผลิตเทปโทรทัศน์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป
- อนึ่ง ในการใช้วีดีโอเทปเพื่อการเรียนการสอน สิ่งที่ต้องคำนึงคือ เป็นการสื่อสารทางเดียว (one way communication) ซึ่งต่างกับการสอนด้วยครู ดังนั้นการวางโครงเรื่อง เนื้อหารายการ ควรลดความซับซ้อนลง อาจจัดเนื้อหาเป็นกลุ่มเป็นตอนที่มีความสมบูรณ์อยู่ในแต่ละส่วนและมีความต่อเนื่อง ซึ่งปัจจุบันวีดีโอเทป นับว่าเป็นสื่อที่เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการจัดการศึกษาทั้งในระบบโรงเรียนและนอกระบบโรงเรียน ถ้าหากผู้นำไปใช้ได้จัดระบบการใช้วีดีโอเทปเพื่อการศึกษาอย่างดีแล้ว จะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดในด้านการศึกษา

เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกคนต้องใช้ในชีวิตประจำวัน คนทุกคนจึงเป็นนักแก้ปัญหา แต่มีได้หมายความว่าทุกคนจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี หรือรู้วิธีในการแก้ปัญหาในบางครั้งเมื่อเกิดปัญหา หรือความยุ่งยากขึ้น คนบางคนอาจจะแก้ปัญหานั้นด้วยการเลือกทางออกแรกที่เกิดขึ้น หรือทางออกที่ง่ายที่สุด ซึ่งอาจจะไม่ใช่ทางเลือกที่ให้ผลดีที่สุดในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลดีที่สุดนั้น การจะมีความรู้ในการแก้ปัญหาได้รับการฝึกหัดในการแก้ปัญหา และนอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกด้วยเช่นระดับความสามารถของเขาว่ปัญหา การเรียนรู้ การรู้จัก การคิดแบบมีเหตุผล ประสพการณ์เดิม เป็นต้น

กานเย (Gagne. 1970 : 63) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาว่าเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เราเรียกว่าความสามารถด้านการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้เป็นพื้นฐานของการเรียน การเรียนรู้ประเภทนี้ กานเยได้อธิบายว่าเป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

สโตร์เบอร์ค (Stollburg. 1956 : 225 - 228) ให้ความเห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเอกลักษณ์ การแก้ปัญหาจึงไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว และไม่เป็นลำดับขั้น อาจสลับก่อนหลัง หรือบางขั้นตอนไม่มีก็ได้ นอกจากนั้นการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับ

1. ประสพการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิกะของสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสามารถของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

เกเออร์ (Gaier. 1953 : 138 - 141) กล่าวว่าในการแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวไม่เป็นการเพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักสังเกตพิจารณาคัดเลือกหาแนวทางที่เป็นประโยชน์คือ การแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทาง และข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้นไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและคิดหาทางออกในการแก้ปัญหาคด้วยตนเอง

บอร์น เอกสเตรน และโดมินอสกี (Bourne, Ekstrand and Dominoski. 1971 : 44) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาคเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ ความคิดจาก

ประสบการณ์ก่อน ๆ และส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่ เพื่อผลของความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

อาย์แซง, อูซเบอร์ก และเบิร์น (Eysenck, Wurzburg and Berne 1972 : 44) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในการพิจารณา สังเกตปรากฏการณ์และโครงสร้างของปัญหา รวมทั้งต้องใช้กระบวนการคิดเพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

กิลฟอร์ด (Guilford 1971 : 104) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect) กับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของจิตวิธได้สรุปว่าขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการรู้ (Cognition) ขึ้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับการคิดแบบเอกนัย และแบบอนเอกนัย (Convergent and Divergent) ส่วนขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถ ทางด้านประเมินค่า (Evaluation) ความยุ่งยากในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น มีสาเหตุหลายประการคือ

1. เนื่องจากขาดคุณลักษณะทางสมอง หรือสมองพิการ
2. ไม่เข้าใจปัญหาที่อ่าน
3. ขาดประสบการณ์ด้านการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะนำมาสัมพันธ์เป็นสิ่งใหม่
4. ขาดประสบการณ์เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ
5. ขาดทักษะในการคิดคำนวณ
6. ได้รับการสอนไม่ดีพอ
7. ขาดแรงจูงใจ

กู๊ด (Good. 1973 : 518) ได้ให้ความเห็นว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือการแก้ปัญหานั้นเอง ซึ่งกู๊ดได้กล่าวว่าการแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่ยากลำบาก ยุ่งยาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

พยอม ตันมณี (2524 : 42) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า ต้องอาศัยกฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้วช่วยแก้ปัญหาที่ค้นพบ การแก้ปัญหาอาจแก้ได้โดยการสอน โดยการบอกวิธีให้ อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาก็คือการใช้กฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ดังนั้นการแก้ปัญหาก็คือกระบวนการซึ่งผู้เรียนดึงสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

วินัย คำสุวรรณ (2528 : 41) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา แล้วสรุปว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ การเรียนรู้ การฝึกฝน วิธีการแก้ปัญหา ระดับสติปัญญาและสภาพแวดล้อมทางสังคม

2. ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูง มีความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและหลักการในการแก้ปัญหาดี

3. แรงจูงใจที่เกี่ยวกับความชอบในการแก้ปัญหาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาและสภาพแวดล้อมรอบตัวนักเรียน ส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหา

4. นักเรียนชายและหญิง ระดับอายุเท่ากัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาพัฒนาขึ้นตามระดับอายุ

6. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับทักษะวิทยาศาสตร์มูลฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

รุ่งชิวา สุขดี (2531 : 35) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องฝึกฝนอยู่เสมอ และความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ ด้านด้วยกันคือ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล หรือความรู้เดิม
2. วุฒิกlasse ของสมองและความสามารถทางสติปัญญา
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น
5. ความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

นอกจากนี้ สมจิต สวัสดิ์ไพบูลย์ (2527 : 8) ได้สรุปว่าในการดำเนินการแก้ปัญหาจะสำเร็จลุล่วงอย่างมีประสิทธิภาพเพียงไรขึ้นอยู่กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลนั้น จะแตกต่างกันออกไป เพราะคนเรา จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีหรือไม่นั้น ก็ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ ทัศนคติ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการจูงใจหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และเราจะเห็นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นก็ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตาย

ตัวเสมอไป ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันที่จะส่งผลให้
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้นได้ ดังเช่น

โกลด์สไตน์ (Goldstein. 1949 : 233 - 39) ได้กล่าวว่า ครูควรสอนการแก้ปัญหา
โดยตรงแก่นักเรียน ซึ่งควรจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนได้รู้จักคิด
รู้จักพิสูจน์หาข้อสรุป และให้เด็กมองเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหา

ธอร์นไดค์ (Thorndike. 1952 : 192 - 216) กล่าวว่า การเรียนรู้ข้อเท็จจริง
กับการนำข้อเท็จจริงไปใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ เป็นกระบวนการที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จากการ
แก้ปัญหาได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่ง ไม่ได้หมายความว่าต้องแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้เสมอไป

เดรสเซล (Dressel. 1955 : 418 - 420) ได้อธิบายว่า การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมาย
สำคัญของการศึกษาในทุกสาขา การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพลในระหว่างหลักสูตร
ต่าง ๆ การแก้ปัญหาเป็นส่วนที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่ว ๆ ไป การ
แก้ปัญหาไม่ใช่เป็นส่วนหนึ่งเฉพาะการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น

เบเกอร์ (Baker. 1960 : 1530 - 155) เห็นด้วยกับโกลด์สไตน์ที่ว่าครูควรสอนให้
นักเรียนแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงเทคนิคในการสังเกต การอภิปรายการวางแผนงาน และพยายาม
ส่งเสริมให้เด็กมีประสบการณ์เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

แครอล (Caroll. 1964 : 76) กล่าวว่า ถ้านักเรียนมีคุณสมบัติในการคิดหาเหตุ
เหตุผลเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหอย่างมีประสิทธิภาพ และปลูกฝังนิสัยในการไต่ถามเพื่อสืบสวนข้อเท็จ
จริง ย่อมสามารถนำคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้ในการแก้ปัญห่อื่น ๆ ได้

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ แม้ว่าครู
ไม่อาจจะฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์อย่างเดียวกับที่เราฝึกให้เด็ก
เล่นดนตรี แต่การให้เด็กมีโอกาสฝึกฝนอยู่เสมอ นั้นย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็กอย่างแน่นอน วิธีการ
ต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยฝึกให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหา มังกร ทองสุคดี (2522 : 5 -
10) กล่าวถึงกิจกรรมที่ครูควรทำไว้ดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (the persistency process) วิธีการแบบนี้
เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์
เพิ่มขึ้นย่อมจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูและ
นักเรียนจะต้องเผชิญปัญหายุ่งยากตลอดเวลา

2. ฝึกให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ (the testimonial process) บางครั้งครู
อาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือ

การแสดงการสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหาอยู่เสมอ อาจจะหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดีคือการสอนเนื้อหาวิชาบางครั้ง ครูไม่อาจทำการทดลองได้เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (the innate process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ (intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์เช่น Schwab ได้ค้นพบจุดคัปในดวงอาทิตย์

4. ให้อำนาจการวิจารณ์ (critical thinking) จอนห์ คิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหานั้นออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

- ก. การกำหนดปัญหา
- ข. รวบรวมข้อเท็จจริง
- ค. ตั้งสมมติฐาน
- ง. ทดสอบสมมติฐาน
- จ. ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมากเพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา บางทีเรียกวิธีการนี้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (the scientific method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (the method of intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถจะนำไปใช้ในอนาคตก็คด้วย นอกจากนั้นครูควรจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิด หรือกระทำในเรื่องเหล่านี้ โดย

- 4.1 ฝึกให้อำนาจการวิเคราะห์-สังเคราะห์
- 4.2 ฝึกให้อำนาจการออกความเห็น (suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นยั่วยุให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนของนักเรียนดีขึ้น ดีกว่าการจะฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียวครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

นอกจากนี้ ทอมมสันมหาวิทยาลัย (2525 : 232 - 234) ยังได้กล่าวว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหา นั้นอาจแจกแจงได้มากหรือน้อยกว่า 4 ขั้นก็ได้ แล้วแต่ความละเอียดในการแบ่งและ

ทบทวนมหาวิทยาลัยก็ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. การระบุปัญหา สิ่งที่สำคัญในขั้นนี้ก็คือ ความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็น ซึ่งเกิดเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะในการสังเกต
2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า สมมติฐาน
3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยทักษะในการควบคุมตัวแปร การสังเกต และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้ออกกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

นักจิตวิทยากลุ่ม Cognitive-field มีความคิดเห็นในการสอนให้แก้ปัญหาว่าการใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้เด็กมีประสบการณ์ในการเก็บข้อมูล สืบหา ทดลอง เป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้ต่อไป และการสอนเพื่อให้เกิดการแก้ปัญหานั้น พรรณี ชูชัย (2528 : 219) ได้เสนอไว้ดังนี้

1. ขั้นแรกสอน Verbal Association, Concepts และ Principles ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับแสวงหาความรู้ต่อไป

การที่ครูจะสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ในควมใช้กับระดับเด็ก ป.5 ให้เด็กอยู่ในขั้นที่สามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นามธรรมได้ (Formal Operations หรือ Symbolic Representation) ถ้าใช้กับชั้นเด็ก ๆ ไม่สู้จะเหมาะนัก เพราะการใช้ภาษาของเด็กยังไม่กว้างขวาง ถ้าหากจะใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้กับชั้นเด็ก ๆ ก็ต้องใช้ความพยายาม

2. สร้างบรรยากาศที่จะช่วยกระตุ้นให้เด็กเกิดรู้สึกเป็นอิสระที่จะซักถามบรรยาย จะต้องไม่เข้มงวดตึงเครียด ถ้าเด็กเกิดความรู้สึกลัว ถ้าทำผิดหรือถูกหัวเราะเยาะ เด็กจะไม่กล้าซักถาม ซึ่งจะไม่ก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. กระตุ้นให้เด็กแสดงความคิดเห็นและให้อิสระในการบรรยายเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ต่อชั้นเรียนที่พร้อมจะเข้าใจและรับฟัง

4. กระตุ้นให้เด็กมีการเดา วิเคราะห์คำตอบ ซึ่งจะให้ผลดีกว่าการที่ครูจะเป็นผู้วิเคราะห์คำตอบเองทุกครั้ง

5. สอนเทคนิคในการแก้ปัญหาหรือการใช้การสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

5.1 ขั้นเตรียม ครูเป็นผู้เสนอปัญหาหรือกระตุ้นให้นักเรียนตั้งปัญหาค้นหาด้วยตนเอง หรืออาจให้ตั้งสมมติฐานและให้ทดสอบ

5.2 ขั้นสำรวจ กระตุ้นและช่วยให้นักเรียนหาข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัญหา ครูอาจช่วยได้ด้วยการสอนให้ใช้หนังสืออ้างอิง การใช้ห้องสมุด หรือการใช้คำถามกระตุ้นดังเช่นของ Bruner ขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูเปิดโอกาสให้เด็กคิดหาคำตอบอย่างอิสระ หากทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง

5.3 ขั้นของการแก้ปัญหา เมื่อเด็กคิดหาคำตอบได้ กระตุ้นให้เด็กเรียนวิธีที่ตนเองแก้ปัญหาได้ บางครั้งคำตอบนั้น ๆ เป็นเรื่องจริงที่ไม่ต้องมีการทดสอบ ครูก็ให้เด็กหยุดอยู่เพียงขั้นที่ 3 นี้ แต่บางครั้งบางเรื่องอาจจะต้องการทดสอบเพื่อยืนยันผลที่ได้ให้ครูใช้วิธีต่อไปนี้ คือ การทดสอบ

5.4 ขั้นทดสอบโดยการกระตุ้นให้นักเรียนติดตามผลนอกห้องเรียนว่าจะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ ถ้านำไปใช้แสดงว่า เกิดถ่ายโยงความรู้ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการสอนให้แก้ปัญหานั้นคือ สามารถนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้ได้จริง

6. ในการสอนให้เด็กรู้จักการแก้ปัญหานั้น ให้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้น ในการฝึกให้ใช้การสืบเสาะหาความรู้ จะต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ให้มาก มิใช่จะใช้ได้กับเด็กทุกคน

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

จากความสำเร็จของการแก้ปัญหา จึงมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความสนใจและเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้หลาย ๆ แนวคิดด้วยกัน เช่น

คิวอี้ (กิ่งฟ้า สีนธวัช. 2529 : 5 - 6 ; อ้างอิงมาจาก Dewey. 1971 : 139) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Dewey's Problem Solution ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การรับรู้และเข้าใจปัญหาเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น คนส่วนใหญ่จะต้องพบกับความตึงเครียด ความสงสัยและความยากลำบากที่จะต้องแก้ปัญหานั้นให้หมดไป ในขั้นต้นผู้พบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจในตัวปัญหานั้นก่อน

2. การระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกันมีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้ต่างกัน จึงต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

2.1 มีตัวแปรต้น หรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.2 มีอะไรบ้างที่จะต้องทำในการแก้ปัญหาโดยที่อาจจะเป็นการระบุปัญหาได้ไม่แจ่มชัด เป็นต้น

2.3 ต้องจัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไปโดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละตอน

2.4 ต้องรู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริงๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เรามองไม่เห็นชัด ที่เป็นตัวก่อกำปัญหา ถ้าจัดสิ่งนั้นได้ก็จะแก้ปัญหาได้

3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นอย่างไรใครจะเป็นผู้ให้ข้อมูลเหล่านั้น

3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหา หลังจากได้ความคิดว่าจะแก้ปัญหายังไรแล้ว ก็ลองพิจารณาว่าควรจะใช้วิธีการใดได้บ้าง

5. การทดลองนำเอาวิธีการแก้ปัญหามาใช้

บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 123 - 127) ได้ศึกษาวิธีการคิดแก้ปัญหาและได้สรุปว่า การคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้นต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิงและจำแนกประเภทของสิ่งเร้า ประสบการณ์รับรู้ต่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการการจัดประเภทที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา (Problem isolation) เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน (Search for cues) เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (Confirmation check) ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกแยะโครงสร้างของเนื้อหา

4. การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 313) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา สำหรับคิวอี้ (Guilford. 1971 : 130) เห็นว่ากระบวนการในการแก้ปัญหานั้นควรประกอบด้วย กระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ (preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร

2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหาแล้วเสนอออกมาในรูปวิธีการผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นตรวจสอบ (verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าเห็นว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ต้องการ ก็ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไปเมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

การมองความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาในลักษณะเป็นขั้นตอนของการคิดนับว่ามีประโยชน์ต่อการคิดแก้ปัญหา ซึ่งกิลฟอร์ด (Guilford, 1971 : 104) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (the structure of intellect) กับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของคิวอี้ ได้สรุปว่า ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการรู้ (cognition) ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์เกี่ยวกับการคิดแบบเอกนัย และแบบอเนกนัย (convergent and divergent thinking) ส่วนขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการประเมินค่า (evaluation)

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2520 : 4 - 5) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาหรือวิธีดำเนินการการคิด หรือการแสดงหาวิธีทางเพื่อแก้ปัญหาให้ได้ผล โดยใช้หลัก system approach นั้นมีระบบการคิดเป็นขั้น ๆ ดังต่อไปนี้

1. ขึ้นนิยามปัญหาเป็นการศึกษา วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจักษ์ ให้รู้ต้องแท้เสียก่อนว่า ปัญหาที่ต้องการแก้ไขนั้นคืออะไรกันแน่ ถ้าเราไม่รู้จักตัวปัญหาที่แท้จริงแล้วก็จะทำให้การทำงานของเรปราศจากความมุ่งหมาย ไม่รู้ว่าจะทำงานเพื่ออะไร

2. ขึ้นตั้งวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายเพื่อกำหนดปัญหานั้น ๆ ว่าจะให้ผลสัมฤทธิ์ผลทางด้านใด เป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด และมีคุณภาพสูงต่ำเพียงใดต้องเขียนให้แจ่มแจ้ง ชัดเจน สามารถมองเห็นภาพการกระทำได้

3. ขึ้นสร้างเครื่องมือไว้ตรวจสอบผลลัพธ์

4. ขึ้นเลือกหาวิธีการปฏิบัติ เป็นการมองแนวทางในการปฏิบัติหลาย ๆ แนวทาง มองแนวทางอย่างใจกว้างและเป็นธรรม พิจารณาข้อดีข้อเสียและข้อจำกัดต่าง ๆ

5. ขึ้นเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาดำเนินการ

6. ขั้นการทดลอง
7. ขั้นการวัดและประเมินผล
8. ขั้นการปรับปรุงและการขยายการปฏิบัติงาน

พยอม ตันมณี (2524 : 95 - 98) ได้แบ่งขั้นการแก้ปัญหา ไว้ 4 ขั้นตามแนวกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้คือ

1. ขั้นนิยามปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา
3. ขั้นรวบรวมวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นวิเคราะห์ผลที่น่าจะเกิดขึ้นจากวิธีการที่เสนอในการแก้ปัญหานั้น

จากแนวความคิดเรื่องการสอนแบบสืบสวนสอบสวนหรือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สรุป ขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่จะให้นักเรียนบอกหรือตอบคำถามในแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็น 4 ลักษณะ ดังนี้คือ

1. ขั้นนิยามหรือระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
 2. ขั้นวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา หมายถึงความสามารถในการบอกได้ว่าสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุต่างๆที่เป็นไปได้ของปัญหาคืออะไร จากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ที่กำหนดให้
 3. ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาหมายถึง ความสามารถในการหาข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปซึ่งวิธีแก้ปัญหา
 4. ขั้นวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้นหมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้มากน้อยเพียงใด
- สมบัติ สุวรรณพิทักษ์(2530: 6 - 8) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหด้วยวิธีระบบ ดังนี้คือ

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและความต้องการ

ในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีระบบนี้จะเริ่มต้นด้วยการศึกษาถึงปัญหาที่แท้จริงว่าคืออะไรนั้น ซึ่งอาจจะพิจารณาสภาพที่เป็นอยู่ว่าเป็นอย่างไร มีปัญหาอะไรเกิดขึ้นบ้าง ใครบ้างเป็นบุคคลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเหล่านั้น พร้อมทั้งการพิจารณาว่าหน่วยงานหรือองค์กรดังกล่าวมีความต้องการที่จะให้มีอะไรเกิดขึ้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ยกตัวอย่างเช่น ในการเรียนการสอน การศึกษาผู้ใหญ่แบบ เบ็ดเสร็จขั้นพื้นฐานในจังหวัดภาคใต้ กำหนดให้ผู้สอนสร้างบทเรียนขึ้นมา

เอง ถ้าหากสภาพปัญหาที่เป็นเนื้อหาของการเรียนเป็นปัญหาเฉพาะในท้องถิ่น แต่สภาพที่ปรากฏ ก็คือว่าผู้สอนไม่ได้สร้างบทเรียน เรามีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหาที่แท้จริงอยู่ที่ใด ซึ่งอาจจะเป็นเพราะผู้สอนไม่มีความรู้ความสามารถในการเขียนบทเรียน หรือเป็นเพราะผู้สอนไม่มีเวลามากพอ ถ้าหากพบว่าผู้สอนยังขาดความรู้และทักษะในเรื่องการสร้างสื่อ การเรียน การสอน ความต้องการก็คือ ต้องช่วยให้ผู้สอนมีความรู้และทักษะในการสร้างสื่อ การเรียนจนสามารถทำได้ด้วยตนเองได้ เหล่านี้เป็นต้น

ขั้นที่สอง การกำหนดจุดมุ่งหมาย

เมื่อได้มีการระบุปัญหาและความต้องการที่ชัดเจนแล้ว ก็ทำให้ทราบว่าเป็นเป้าหมายที่ต้องการบรรลุคืออะไร และทำให้สามารถกำหนดได้ว่าจุดมุ่งหมายที่แน่ชัดสามารถตรวจสอบได้นั้นคืออะไร การกำหนดจุดมุ่งหมายนั้นต้องให้สามารถสอบวัดได้ และถือว่าเป็นหัวใจที่สำคัญของวิธีระบบ ส่วนมากจะเขียนอยู่ในรูปของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ทั้งนี้ก็เพราะว่าจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนจะนำไปสู่การหาคำตอบที่แน่ชัดเช่นกัน

ขั้นที่สาม การพิจารณาข้อจำกัดต่าง ๆ

ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหามันไม่ว่าจะใช้วิธีการใด ๆ ก็แล้วแต่ เราไม่สามารถที่จะมองว่าปัญหาเหล่านั้นมีความเป็นอิสระไม่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ปัญหาต่าง ๆ ไม่มีความเป็นเอกเทศในตัวของมันเอง ตรงกันข้ามยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับอีกด้วย สิ่งเหล่านี้กลายเป็นข้อจำกัดที่ผู้แก้ปัญหามันจำเป็นต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ เพราะข้อจำกัดนี้จะเป็นเครื่องชี้ที่บ่งบอกว่าสิ่งใดทำได้ สิ่งใดทำไม่ได้ ในการพิจารณาข้อจำกัดจึงต้องดูทั้งในส่วนทางตรงและในส่วนทางอ้อม และถ้าเป็นไปได้ควรจะมีการจัดลำดับความสำคัญของข้อจำกัดเหล่านั้นด้วยว่ามีผลต่อสิ่งที่เรากำลังพิจารณามากน้อยเพียงใด

นอกจากพิจารณาข้อจำกัดแล้ว เรามีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาว่ามีปัจจัยเอื้ออำนวยหรือส่งเสริมสนับสนุนต่อการพิจารณาแก้ไขปัญหาก็กำลังเผชิญอยู่อะไรบ้าง ปัจจัยสนับสนุนเหล่านี้เรียกว่าเป็น ทรัพยากร (Resource) ซึ่งตรงกันข้ามกับปัจจัยที่เป็นข้อจำกัดหรือเป็นอุปสรรคที่เราเรียกว่า สิ่งกีดขวาง (Constraint) นั่นเอง โดยทั่วไปการพิจารณาว่าสิ่งใดจะเป็นปัจจัยเอื้ออำนวย หรือปัจจัยกีดขวางเราจะพิจารณาจากคุณประโยชน์ที่เอื้ออำนวยให้มันเอง สิ่งที่เราเรียกว่าเป็นปัจจัยเอื้ออำนวยหรือปัจจัยกีดขวางอันเป็นข้อจำกัด

ขั้นที่สี่ การพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ

การแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งนั้น โดยปกติจะไม่มีเพียงวิธีการหนึ่งวิธีการใดแต่เพียงอย่างเดียว อาจจะมีทางเลือกได้หลาย ๆ ทางเลือก ด้วยเหตุนี้เราจำเป็นที่จะต้องแสวงหาแนวทาง

เลือกอื่น ๆ อีกด้วย มิใช่ปักใจเชื่อหรือยึดถือแต่เพียงวิธีใดเพียงอย่างเดียว ในการแสวงหาแนวทางเลือกต่าง ๆ นี้ที่ใช้กันส่วนมาก ได้แก่ การใช้วิธีการระดมพลังสมองจากบุคคลที่เกี่ยวข้องหลาย ๆ ฝ่าย โดยพยายามรวบรวมความคิดและข้อคิดเห็นต่าง ๆ จากการระดมพลังสมองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขั้นที่ห้า การเลือกแนวทางใดแนวทางหนึ่งมาทดลองปฏิบัติ

ในขั้นที่สี่ จะเห็นได้ว่ามีแนวทางหลาย ๆ แนวทางที่เราสามารถนำมาปฏิบัติเพื่อการบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ แต่ในทางปฏิบัติเราไม่สามารถที่จะนำเอาแนวทางต่าง ๆ เหล่านั้นไปปฏิบัติได้ทุกแนวทาง จำเป็นที่จะต้องมีการพิจารณาคัดเลือกแนวทางเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งหรือสองอย่างมาทดลองปฏิบัติ จึงเห็นได้อย่างชัดเจนว่าขั้นที่ห้าเป็นหัวเลี้ยวหัวต่อที่มีความสำคัญมาก หรือถ้าจะเรียกว่าเป็นขั้นตอนที่วิกฤติก็ว่าได้ เพราะเมื่อมีการตัดสินใจเลือกแนวทางใดแล้ว ก็ย่อมจะก่อให้เกิดข้อยุติ ผลที่เกิดขึ้นย่อมแสดงถึงความบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่บรรลุจุดมุ่งหมาย ดังนั้นการพิจารณาคัดเลือกแนวทางเลือก จึงจะต้องทำอย่างรอบคอบและระมัดระวังเพื่อสามารถเลือกแนวทางที่มีประสิทธิภาพมาทดลองปฏิบัติ วิธีการที่นำมาใช้ส่วนมากได้แก่การกำหนดเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาจากนั้นจึงมีการพิจารณาว่าทางเลือกเหล่านั้นสอดคล้องกับเกณฑ์ดังกล่าวมากน้อยเพียงใด คัดเลือกแนวทางที่สอดคล้องกับเกณฑ์มากที่สุด จากนั้นจึงมีการลงความเห็นกันอีกครั้งหนึ่ง สิ่งที่สำคัญในการพิจารณาทางเลือกนี้ก็คือว่าจะต้องใช้วิธีการที่เป็นวิทยาศาสตร์ อย่าให้มีอคติส่วนตัวหรือเอาค่านิยมส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง ไมเช่นนั้นแล้วจะทำให้เกิดความเสียหาย เป็นการทำงานโดยไร้ประโยชน์

ขั้นที่หก การทดลองปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้

เมื่อได้ตัดสินใจเลือกแนวทางใดแล้ว ขั้นต่อไปก็คือ การลงมือทดลองปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามแนวทางที่กำหนดไว้ สิ่งจำเป็นในขั้นนี้ก็คือ การเตรียมปัจจัยเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการดำเนินงาน ตลอดจนจะต้องมีการควบคุมติดตามการดำเนินงานให้เป็นไปตามแนวทางที่ได้วางไว้ การทดลองปฏิบัติ จะต้องให้ระยะเวลาพอสมควร ไม่รีบด่วนสรุปผลเร็วเกินไป

ขั้นที่เจ็ด การประเมินผล

ในขั้นนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ของการดำเนินงานการปฏิบัติตามแนวทางเลือกการประเมินผลเป็นการพิจารณาตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ส่วนมากเป็นการประเมินผลที่เกิดขึ้น (Outcome) และผลกระทบต่าง ๆ (Impact) นั้นเอง

ขั้นที่แปด การปรับปรุง

การประเมินผลช่วยตอบคำถามได้ว่าได้มีการบรรลุจุดมุ่งหมายเพียงใดซึ่งโดยปกติแล้ว การดำเนินงานใด ๆ มักจะไม่สามารถบรรลุจุดมุ่งหมายได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ มักจะมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นอยู่เสมอ ข้อมูลจากการประเมินผลจะช่วยบ่งบอกให้เห็นว่ามีข้อบกพร่องในส่วนใด ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงการดำเนินงานให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

การปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องโดยทั่วไปจะเริ่มจากการดูความแตกต่างระหว่างสิ่งที่คาดหวังซึ่งได้กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมาย กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร หรือไม่เพียงใด ถ้าพบความแตกต่างก็จะต้องมีการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

การแก้ไขปัญหโดยวิธีระบบมิได้สิ้นสุดอยู่เพียงแต่การปรับปรุงแก้ไข แต่ยังคงต้องมีการดำเนินการในช่วงต่อ ๆ ไป และมีการประเมินผลอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้มีการปรับปรุงอยู่เสมอ ไม่มีสิ่งใดที่จะสมบูรณ์แบบที่สุด โดยไม่มีการปรับปรุงอีกต่อไป ดังมีคำกล่าวที่ว่า "มนุษย์เราพยายามที่จะแสวงหาความสมบูรณ์แบบที่สุด แท้จริงแล้วในโลกนี้ไม่มีอะไรที่สมบูรณ์แบบที่สุด แม้แต่ตัวของมนุษย์เอง"

สมจิต สวธน์ไพบุลย์ (2527 : 8) ได้เสนอว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด-ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมาแต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

อนันต์ คงจันทร์ (2529 : 47 - 48) ได้สรุปว่า การแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดนั้น ควรจะได้มีการปฏิบัติตามขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาอย่างมีหลักเกณฑ์ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน

1. ค้นหาปัญหาที่แท้จริงและสาเหตุของปัญหา
2. กำหนดทางเลือกหลาย ๆ ทางสำหรับการแก้ปัญหานั้น
3. เลือกทางออกที่ดีที่สุด
4. ประเมินผล

จากแนวคิดในการแก้ปัญหาและขั้นตอนในการแก้ปัญหาดังกล่าว พบว่า การแก้ปัญหาที่ดีนั้นจะต้องเป็นขั้นตอน มีระบบแบบแผน ซึ่งเป็นระบบแบบแผนที่สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์

อาจมีการแจกแจงขั้นตอนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความละเอียดในการแบ่งขั้นตอนนั้น ๆ ซึ่ง กูด (Good. 1973 : 486) ได้ให้ความเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือการแก้ปัญหาที่ตนเอง และการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์ที่สุด เพราะเป็นวิธีที่มีกระบวนการหาคำตอบหรือหาความรู้ที่มีขั้นตอนต่อเนื่อง มีระบบแบบแผน มีการใช้เหตุผลขั้นสูง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2530 : 14) โดยสรุปของขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว มีอยู่ 4 ขั้นตอนด้วยกัน ดังที่ เวียร์ (Weir. 1974 : 17) ได้สรุปไว้ดังนี้

1. ขั้นตอนปัญหา (Statement of the Problem)
2. ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distinguishing Essential Features)
3. ขั้นตอนเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis)
4. ขั้นตอนตรวจสอบผลลัพธ์ (Verifying the Solution)

และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้ตามแนวขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามathematics

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการงานวิทยาศาสตร์

ศิลปชัย บุรณพานิช (2527 : 103) ได้วิจัยเกี่ยวกับความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร พบว่า ครูวิทยาศาสตร์สนใจในกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ในประเภทโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากิจกรรมเสริมหลักสูตรประเภทอื่น ๆ

พรพนา ทิมารัตน์ (2527 : 57) ได้วิจัยเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียน มีความคล่องในการคิดและความยืดหยุ่นในการคิด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีความคิดริเริ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้ มีความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งจากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะความคิดริเริ่มของนักเรียน สามารถพัฒนาให้มีเพิ่มขึ้นได้โดยการจัดกิจกรรมให้นักเรียน

ได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์หรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์

จิรพรหม แสงหล้า (2532 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านกาศวิทยาคม อำเภอสนป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า นักเรียนร้อยละ 88.9 สามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ 80 คะแนนขึ้นไป และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533 : 82) ได้วิจัยเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงการวิทยาศาสตร์ และบุคลิกของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับโคบายครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า

1. ความสามารถในการสร้างโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. บุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ กำลังได้รับความสนใจจากอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และพบว่ากิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ได้ช่วยให้ผู้เรียน มีความคิดสร้างสรรค์ทางด้านการริเริ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ บุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนระดับการพัฒนาการเรียนรู้ตามขั้นตอนในทฤษฎีของเพียร์เจย์สูงขึ้นกว่าผู้ที่ไม่ได้ทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ จึงนับเป็นกิจกรรมที่น่าจะส่งเสริมให้นักเรียนโดยทั่วไปได้ทำกิจกรรมนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้

นิยม ทองอุดม (2520 : 47) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "บรรยากาศ" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่านักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้

พิสุทธิ บุญเจริญ (2522 : 80 - 81) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มของการสอนด้วยชุดการสอนแบบสืบสวนกับการสอนปกติใน วิชาภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการคิดประเมินค่า การนำไปใช้และการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จรรยา สุพัฒน์ (2522 : 35) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความคงทนในการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) โดยให้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยบทเรียน สำเร็จรูป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

สัญญา รังงาม (2522 : 37) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนใน การเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองในด้านการตอบสนองแบบเปิดเผย กับแบบปิดบังใน วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มที่ใช้การตอบสนองแบบเปิดเผยสูงกว่ากลุ่มที่ใช้การตอบสนองแบบปิดบังอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (2528 : 56 - 57) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอน ตามคู่มือครูและชุดการเรียนด้วยตนเอง ผลปรากฏว่าด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่ แตกต่างกัน แต่ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตน เอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พจนา สังวรมกิจ (2529 : 79) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธย มศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องในการคิดของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันแต่ความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดสร้าง- สรรค์ด้านความยืดหยุ่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมชัย ไกมล และคนอื่น ๆ (อุทัย บุญมาดี. 2529 : 29 ; อ้างอิงมาจาก สมชัย ไกมล และคนอื่น ๆ. 2525 : 147) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีใช้ชุดการสอนกับไม่ใช้ชุดการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่า ความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา กลุ่มที่สอนด้วยชุดการสอนกับกลุ่มที่ไม่ใช้ชุดการสอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

อุษา คำประกอบ (2530 : 96) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชา วิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู ปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ไม่แตกต่างกัน
2. พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่สอนโดยใช้ ชุดการเรียนด้วยตนเองและกลุ่มที่สอนตามคู่มือครูสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. พัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการ สอนโดยชุดการเรียนด้วยตนเอง และกลุ่มที่สอนตามปกติสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01
4. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุด การเรียนและสอนตามคู่มือครู ไม่แตกต่างกัน

สุภารัตน์ จินดาวงษ์ (2531 : 104) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 88 คน ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการเรียนโดยครูเป็นผู้สอน ผลปรากฏ ว่า กลุ่มที่เรียนด้วยชุดการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ครูสอนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ด้านมโนภาพแห่งตนกลุ่มที่ครูสอนดีกว่ากลุ่มที่ใช้ชุดการเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิภาภรณ์ เคไชยวุฒิ (2533 : 72) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดการเรียน ด้วยตนเองแบบสืบเสาะหาความรู้กับการเรียนตามปกติ พบว่า

1. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนที่ เรียนตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนที่ เรียนตามปกติ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

สตรีกลแลนด์ (Strickland. 1971 : 2510 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติในวิชาชีววิทยาทั่วไป ที่ Coplan Lincoln Junior College โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ส่วนอีกกลุ่มสอนแบบปกติ ผลการศึกษาปรากฏว่า นักศึกษากลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พาร์คเกอร์ (Paker. 1974 : 4914 - A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซล โมเลกุล DNA และพันธุกรรมของนักศึกษาที่เริ่มเรียนวิชาชีววิทยาในระดับมหาวิทยาลัยใช้กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา 90 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 40 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

บาร์ด (Bard. 1975 : 5947 - A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 100 ของนักเรียนที่ Southern Colorado State College โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มกลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

จากผลการวิจัยที่ได้ประมวลไว้ข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองประกอบการสอนส่วนใหญ่จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น และสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งสอนด้วยวิธีปกติ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน จึงสมควรอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะนำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้ประสบผลสำเร็จต่อไป

งานวิจัยเกี่ยวกับวิดีโอเทป

คณิง กายสอน (2524 : 32) ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการรับรู้ความหมายของผู้ชมรายการโทรทัศน์ การสอนที่ใช้การติดต่อแบบต่าง ๆ คือ ตัดภาพต่อเนื่อง ตัดภาพฉับพลันภาพจางเข้าออกเร็ว ภาพจางเข้าออกช้า ภาพจางซ้อนเร็ว ภาพจางซ้อนช้า ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การตัดต่อภาพที่ส่งผลต่อการรับรู้ได้ดี คือ แบบภาพจางซ้อนเร็ว แบบตัดภาพฉับพลันและแบบตัดภาพต่อเนื่อง ตามลำดับ

บุญชู ใจเชื้อกุล (2526 : 99) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปัจจุบันพยาบาลของนักเรียนนายสิบเหล่าแพทย์ทหารบก ที่เรียนจากเทปโทรทัศน์โดยวิธีบททวนแบบต่าง ๆ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้มีความสามารถทางการเรียนสูง ที่เรียนจากสาธิตด้วยเทปโทรทัศน์โดยวิธีบททวนภาพแบบปกติแบบซ้ำและแบบหยุดภาพ สูงกว่าผู้มีความสามารถทางการเรียนต่ำทุกกรณี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ชัชวาล วิริยกุล (2527 : 52 - 53) ได้ทำการศึกษาผลของการสาธิตโดยเทปโทรทัศน์ที่เสนอภาพช้าด้วยความเร็วต่าง ๆ ที่มีต่อทักษะการเล่นฟุตบอล โดยทำการทดลองกับ นักศึกษาปีที่ 3 วิชาเอกพลศึกษา วิทยาลัยครูนครปฐม จำนวน 60 คน ผลปรากฏว่าการสาธิต ด้วยเทปโทรทัศน์ที่เสนอภาพช้าด้วยความเร็วช้ากว่าปกติ 12 ภาพ/วินาที ให้ผลดีที่สุดต่อ กลุ่มทดลองทุกกลุ่ม และการสาธิตที่เสนอภาพช้าด้วยความเร็วช้ากว่าปกติ 5 ภาพ/วินาที ให้ผล สูงกว่าการเสนอภาพช้าด้วยความเร็วปกติ

สุประณีต บศกลาง (2528 : 72) ได้ศึกษาเรื่องการสร้างและทดลองใช้เทปโทรทัศน์ สื่อพื้นบ้านหมอลำเรื่องยาเสพติด สำหรับฝึกอบรมกลุ่มเยาวชนนอกโรงเรียน ในจังหวัดร้อยเอ็ด พบว่า การฝึกอบรมโดยวิธีการใช้เทปโทรทัศน์สื่อพื้นบ้านหมอลำเรื่องยาเสพติด ช่วยให้ผู้เข้ารับ การฝึกอบรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความคิดเห็นต่อวิธีการฝึกอบรมในระดับเห็น ด้วยอย่างยิ่ง

ครั้น มณีโชติ (2529 : 38) ได้ทำการวิจัยผลการเรียนรู้จากรายการโทรทัศน์ รูปแบบต่างกัน ผลปรากฏว่าการเรียนจากรายการโทรทัศน์การสอนที่เสนอภาพผู้สอนประกอบ การตัดต่อแทรกภาพตามเนื้อหา ทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนสูงกว่าการเรียนจากรายการ โทรทัศน์การสอนที่เสนอภาพโดยการตัดต่อแทรกภาพตามเนื้อหาประกอบเสียงผู้สอน

อุทิน สุทธิสาร (2529 : 18) ได้ทำการวิจัยผลการเรียนรู้จากการเสนอภาพสอง แบบในรายการโทรทัศน์ ผลปรากฏว่าผู้เรียนที่เรียนจากรายการโทรทัศน์ที่มีการเสนอภาพที่ละ ภาพในกรอบของจอโทรทัศน์เดียวกันได้ภาพเดิม ยังคงปรากฏอยู่ในขณะที่ภาพใหม่ปรากฏขึ้นมา ให้ผลการเรียนรู้สูงกว่ารายการโทรทัศน์ที่เสนอภาพที่ละภาพผ่านกรอบจอโทรทัศน์โดยที่ภาพเดิม จะหายไป เมื่อมีการเสนอภาพใหม่เข้ามาแทนที่

บังเอิญ โอวาท (2528 : 103) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้าน พุทธิพิสัยจากเทปโทรทัศน์ที่มีการนำเรื่องแบบต่าง ๆ คือ นำเรื่องด้วยภาพเคลื่อนไหวนำเรื่อง ภาพเคลื่อนไหวแล้วหยุดนิ่งกับที่ นำเรื่องด้วยภาพนิ่ง ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ของ ผู้เรียนทั้งสามกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

หนูม้วน ร่มแก้ว (2528 : 64) ได้ทำการวิจัยเพื่อผลิตและหาประสิทธิภาพของราย การโทรทัศน์ จากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดชลบุรี และจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 140 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 70 คน ซึ่งเรียนจากรายการโทรทัศน์และกลุ่มควบคุม 70 คน ซึ่งเรียนจากการสอนปกติ ผลการทดลองพบว่า รายการโทรทัศน์ที่ผลิตขึ้น ให้ผลการ เรียนรู้สูงกว่าการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุดสวาท เกศบุรมย์ (2530 : 143) ได้ศึกษาความคิดเห็นและความต้องการรายการวีดิโอเทป เพื่อการศึกษาด้านอาชีพสำหรับศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัด พบว่ามีความต้องการนำวีดิโอเทปมาใช้ในการฝึกอาชีพอยู่ในชั้นจำนวนมาก และระยะเวลาที่ใช้ควรประมาณ 15-30 นาที ต่อ 1 รายการ และรายการที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาด้านอาชีพควรเป็นการสาธิต เพราะสามารถเห็นภาพได้ใกล้ชิด

สมบัติ ขอหะชั้น (2530 : 24) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้จากตัวอักษรบรรยายที่สอดคล้องแทรกในระหว่างการเสนอรายการโทรทัศน์บนเทปที่ต่างเนื้อหา พบว่า ผลการเรียนรู้เนื้อหาของตัวอักษรบรรยาย ที่สอดคล้องในระหว่างการเสนอรายการโทรทัศน์บนเทปกับผลการเรียนรู้เนื้อหาของรายการโทรทัศน์ที่เสนอเนื้อหาด้วยตัวอักษรบรรยายเพียงอย่างเดียวไม่แตกต่างกัน

โสภณ จาเลิศ (2531 : 43) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากวิธีการสร้างแรงจูงใจต่างกันในการเรียนวีดิโอ พบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากรายการวีดิโอเรื่อง การสื่อสารที่มีการสร้างแรงจูงใจโดยทำให้เกิดความกลัวกับผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากรายการวีดิโอเรื่อง การสื่อสารที่มีการสร้างแรงจูงใจโดยให้ผู้เรียนรู้จักหมายของการเรียน และเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ธวัช ทิพย์พิทักษ์ (2532 : 51) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ พบว่า การสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทมโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์มโนคติเกี่ยวกับทฤษฎีและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ทัดเทียมกับการสอนตามปกติในชั้นเรียน และพบว่า เจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบมีความคิดเห็นที่ดีและสอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่

คลาร์ค (Clark. 1971 : 253 - 278) ได้สำรวจงานวิจัยที่มีอยู่ทั้งหมดในช่วง ค.ศ. 1963 - 1971 พบว่า การวิจัยจำนวนมากใช้วิธีการเสนอภาพ 2 วิธี คือ

1. เสนอภาพตัวอย่างให้ผู้เรียนเห็นทีละภาพต่อเนื่องกันไปตลอด (Successive presentation) เมื่อให้ดูภาพอื่นก็เก็บภาพที่ให้ดูก่อนหน้านี้เสีย
2. เสนอภาพตัวอย่างให้ผู้เรียนได้เห็นเปรียบเทียบครั้งละหลาย ๆ ภาพ มีการวิจัยอยู่เพียงสองฉบับเท่านั้น รายงานผลแตกต่างการวิจัยฉบับอื่น ๆ ซึ่งได้รายงานการเสนอภาพให้ผู้เรียนดูทีละภาพกับการเสนอให้ผู้ดูพร้อมกันครั้งละมากกว่า 1 ภาพ ไม่มีผลให้ผู้เรียนสร้างความคิดรวบยอดได้ตรงกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอลรอด (Elrod. 1972 : 5823-A) ได้ทดลองใช้เทปโทรทัศน์เป็นเครื่องมือในการสอนทักษะ กฎเกณฑ์ในการขับร้อง ที่มหาวิทยาลัยบอร์เจีย กลุ่มทดลองใช้นักเรียนฝึกหัดครู สำหรับการประถมศึกษา ที่เรียนดนตรี เกี่ยวกับทักษะและหลักการทางดนตรี กลุ่มทดลอง 104 คน ได้บันทึกเทปโทรทัศน์การร้องเพลงอเมริกาไว้ก่อนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยครูคนเดียวกัน เป็นเวลา 30 สัปดาห์ ในวันอังคารและวันพฤหัสบดี แต่ต่างวิธีกันโดยกลุ่มทดลองสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ ตอนสุดท้ายของการทดลอง บันทึกเทปโทรทัศน์นักเรียนอีกครั้งหนึ่ง แล้ววัดผลโดยใช้เกณฑ์ 3 ข้อ จากผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสรุปได้ว่า การใช้เทปโทรทัศน์สามารถสอนดนตรีได้ทุกเรื่อง สำหรับการวิเคราะห์และการสังเกต และสำหรับฝึกหัดครูสอนดนตรี

มหาวิทยาลัยเพอร์ดู (Purdue University. 1976 : 146 - 150) ได้ทำการวิจัยเพื่อพิจารณาจุดแข็งของนิสิตที่มีต่อการสอน โดยใช้โทรทัศน์วงจรปิดในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิชาการปกครอง โดยสอนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนิสิตชั้นต่าง ๆ จำนวน 20 - 51 คน ผลการวิจัยโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอนวิชาแบบที่เรียกว่าไปพบๆ ผู้เรียนวิชานี้ รู้สึกว่าพวกเขาเรียนรู้ได้มาก วิชาที่น่าสนใจโทรทัศน์ช่วยให้เห็นได้ใกล้ชิดยิ่งขึ้น คือ มีคุณค่ามากในการสาธิต ช่วยให้เรียนด้วยความตั้งใจง่ายขึ้น

จากผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะพบว่าวิดีโอเทปหรือเทปโทรทัศน์ มีคุณค่าต่อการศึกษามาก กล่าวคือช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนดีขึ้น ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อสื่อประเภทนี้จึงเหมาะสมที่จะนำมาเป็นสื่อในการสอน โดยเฉพาะในเนื้อหาที่ต้องการให้เห็นขั้นตอนและตัวอย่างที่ชัดเจน อย่างไรก็ตามการผลิตรายการวิดีโอเทปจะต้องพิจารณาจากเทคนิคต่าง ๆ ประกอบด้วย เช่น ความเร็วภาพ การจัดลำดับภาพ การแทรกตัวอักษร การวางลำดับเรื่องเพื่อจูงใจผู้เรียน เหล่านี้เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ และนำมาปรับปรุงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของสื่อประเภทนี้ต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นอยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ (2521 : 77) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณดี วรรณศิลป์ (2522 : 1 - 36) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขต กทม.จำนวน 3 โรงเรียน คือ วัดสุทธิวาราม สายน้ำผึ้ง หอวัง จำนวนทั้งหมด 310 คน ผลของการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดทั้งภาคเรียนสูงและต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โยธิน ศรีโสภ (2524 : 1 - 72) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงและต่ำเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

2. การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นหาคำตอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สมพงษ์ ตระกูลหุ่นวัฒน์ (2527 : 48 - 52) ได้วิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวนกับแบบบรรยาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 คน จากโรงเรียนพิชัยบารม จังหวัดชุมพร กลุ่มทดลองได้รับการเรียนจากบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุมเรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบบรรยาย ผลการวิจัยปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หอมวล ใจซื่อ (2529 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียนพบว่า กลุ่มนักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

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

รุ่งชิวา สุขศิริ (2531 : 69) ได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการฝึกออกแบบการทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สมศรี เพชรขจร (2531 : 65) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 70) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหา และตั้งสมมติฐานกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กาญจนา ลารวย (2532 : 76) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง และการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทเดช ไชยถาวร (2532 : 56) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ครอส และเกเออร์ (Cross and Gaier. 1955 : 193 - 206) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสร้างแบบทดสอบขึ้นฉบับหนึ่ง เรียกว่า The Balance Problem Test (BPT) ซึ่งแยกพฤติกรรมการแก้ปัญหาออกเป็น 2 ด้านคือหลักการกับข้อเท็จจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 39 คน ผลปรากฏว่า วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

เมอร์ดิท (Meridith. 1962 : 3550 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการจัดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สองแบบ โดยศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 42 คน แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้งสองกลุ่มต่างก็มีเพศ อายุคะแนนความสามารถในการเรียนและคะแนนสอบครั้งแรกของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนเนื้อหาที่จัดโดยคำนึงถึงสังกัดของนักเรียนและกลุ่มควบคุมเรียนเนื้อหาตามปกติ ผลจากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาวินิจฉัยศาสตร์มีสหสัมพันธ์อย่างสูงกับความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการทางวิทยาศาสตร์

มาจาน (Mahan. 1963 : 1097 - 1098-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้วิธีสอน 2 วิธีคือ การสอนโดยการแก้ปัญหา (Problem-Solving) กับการบรรยายประกอบการอภิปราย (Lecture - Discussion) ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาค้นคิด ความสนใจ และการปรับตัว พบว่า

1. ไม่พบความแตกต่างในการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
2. การสอนโดยวิธีแก้ปัญหา จะสร้างความงอกงามทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์การนำไปใช้ และทักษะในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะเด็กที่มีสติปัญญาต่ำ
3. การสอนโดยการแก้ปัญหา จะสร้างความสนใจได้ดีเยี่ยม
4. การสอนโดยการแก้ปัญหา จะสร้างความสนใจทางด้านช่างกลแก่เด็กที่มีสติปัญญาต่ำเป็นอย่างดี
5. การสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา สร้างความงอกงามด้านการปรับตัวและทัศนคติแก่นักเรียนทั้งสองเพศได้เป็นอย่างดี
6. นักเรียนมีความงอกงามด้านความรู้ ทักษะด้านแก้ปัญหา และความสนใจด้านวิทยาศาสตร์เกินกว่าที่คาดไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กชาย

ฮิช (Heath. 1964 : 531 - 544) วิจัยพบว่า การแก้ปัญหาโดยใช้พฤติกรรมหลักการพื้นฐานและการค้นคว้าหาคำตอบของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาฟิสิกส์ที่เรียนตามหลักสูตร PSSC มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC ส่วนนักเรียนที่เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ และการนำไปใช้ จะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่เรียนตามหลักสูตร PSSC มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร

จอห์นส์ (Johns. 1966 : 994 - 995-A) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 จากการใช้วิธีการสอนสองวิธี โดยแบ่งเป็นของกลุ่ม กลุ่มละ 56 คน ชาย 17 คน หญิง 29 คน ทั้งสองกลุ่มมีความถนัดทางการเรียนและความสามารถในการอ่านพอ ๆ กัน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย แบบสาธิตให้มีส่วนร่วมในการทดลอง และทำการบ้านตามที่ครูกำหนดให้ กลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองมีแค่เพียงเอกสารแนะนำที่ครูแจกให้ ซึ่งจะแนะนำกิจกรรมที่นักเรียนจะเลือกนำไปปฏิบัติอันจะก่อให้เกิดความรู้ข้อเท็จจริง และมีโน้ตภาพด้วยตนเอง ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลผลการแก้ปัญหา ทักษะคิดต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหา

เกบริลลี (Gabrielli. 1972 : 5650) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูในมหาวิทยาลัย ซิราคิวส์ (Syracuse) จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับการศึกษาและประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่มีค่าความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการศึกษารวมไป

นอร์ทตัน (Norton. 1972 : 204 - A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4,5,6 จำนวน 27 คน โดยคัดเลือกจากโรงเรียนต่าง ๆ หลายโรงเรียนในเมืองออสติน (Austin) รัฐเท็กซัส (Texas) ที่ระดับ I.Q. 80 - 147 I.Q. เฉลี่ย 116 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12.4 อายุเฉลี่ย 127.2 เดือน ในการศึกษาครั้งนี้ความสามารถในการแก้ปัญหาพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหาซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ

1. นิเทศเข้าสู่ปัญหาหรือทำความเข้าใจกับปัญหา
2. ชี้นำปัญหาหรือกำหนดปัญหา
3. การแก้ปัญหา หาคำตอบ หรือหาวิธีการแก้ปัญหา

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

5. พิสูจน์ปัญหา

ผลปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้ว

เคมป้า (Kempa. 1973) ได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดแก้ปัญหาวิชาเคมี โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละข้อจะมีพฤติกรรมแก้ปัญหา 3 ด้าน คือ ความรู้ความเข้าใจหลักการ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา จำนวน 284 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงและต่ำ มีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาคอนละแบบ ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ไม่ค่อยแตกต่างกันมากนักในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา

ซาร์อาณี (Saarni. 1973 : 338 - 345) ได้ศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นวัยรุ่น พบว่า เด็กที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ ถึงขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรมมีนัยสำคัญในการทำรายงานการแก้ปัญหานั้น จะต้องคิดค้นหาวิธีที่จะแก้ปัญหานั้นให้ลุล่วงไปด้วยดี ซึ่งจะต้องมีการคิดและจัดระเบียบวิธีการเป็นไปตามลำดับขั้นตอนงานการแก้ปัญหานั้นจึงจะสำเร็จ

เนเบอร์ (Nabor. 1975 : 3241-A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Education Progress : Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Basic Skill Form 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนเกรด 6 มีความสามารถในการแก้ปัญหาคิดดีกว่านักเรียนเกรด 5
2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคิดดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคิดแตกต่างกัน

เชอร์มัน (Sherman. 1977 : 519) ได้ศึกษาคำสหสัมพันธ์ภายในคุณลักษณะ 3 อย่างในการแก้ปัญหาคือ ในการเตรียมพร้อมของการแก้ปัญหาคือ ความสามารถในการเสนอวิธีแก้ปัญหาคือ ความสามารถในการประเมินผลการแก้ปัญหาคือ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาวิจัยเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 127 คน หญิง 66 คน ชาย 61 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทั้ง 3 อย่าง ต่างก็มีความสัมพันธ์กัน

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

1. กลุ่มทดลอง ใช้วิธีฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 24 สัปดาห์
2. กลุ่มควบคุม ไม่ให้ฝึก

เมื่อครบ 24 สัปดาห์ นำเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษามาใช้ทดสอบผลปรากฏว่า

1. กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการแสดงว่า ทักษะการแก้ปัญหาสามารถสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการเหล่านั้นจะถ่ายทอดไปยังวิชาสังคมศึกษาได้
2. ไม่พบความแตกต่างในความสามารถพื้นฐาน คือ ด้านความรู้
3. กลุ่มทดลองได้คะแนนการจำแนกประเภทสูงในวิชาสังคมศึกษา

เทรเวอร์ (Travers. 1979 : 4104-A) ได้ศึกษาว่า นักเรียนชอบแก้ปัญหา สถานการณ์ทางเศรษฐกิจ-สังคม วิทยาศาสตร์-จักรกล ปัญหาสถานการณ์ที่เป็นนามธรรมเรียงตามลำดับและเห็นว่าปัญหาที่สอดคล้องเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนจะชอบแก้ปัญหา

อีไนเยจู (Eniayeju. 1983 : 795 - 801) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนโดยครูสาธิต (Teacher-demonstration) กับการสอนโดยศึกษาเอกสาร (Self-paced Modes of Teaching Concepts) และทักษะในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีระดับวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างง่าย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกสอนโดยให้นักเรียนศึกษาด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (A Self-paced Instruction Package) กลุ่มที่สองสอนโดยครู พบว่า การสอนโดยศึกษาค้นชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลต่อมโนคติ และทักษะในการแก้ปัญหามีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนส่วนมากชอบบทเรียนด้วยตนเอง มากกว่าการสอนโดยครูสาธิต

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถพัฒนาได้จากการสอนที่มีลักษณะให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นพบด้วยตนเอง เช่น การเรียนจากชุดการเรียนรู้ การเรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เป็นต้น ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาและคิดแก้ปัญหาพร้อมทั้งลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จะเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนหนองแขงวิทยา อำเภอหนองแขง จังหวัดสระบุรี จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 160 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนหนองแขงวิทยา อำเภอหนองแขง จังหวัดสระบุรี จำนวน 64 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายมา 2 ห้องเรียน จาก 4 ห้องเรียน จากนั้นจึงจับฉลากแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดย

- กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 32 คน
- กลุ่มควบคุมเรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 32 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้เวลา 22 คาบเรียน คาบละ 50 นาที ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์

2. แผนการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการงานวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. แบบประเมินความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และลำดับขั้นตอนของชุดกิจกรรมในชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ทั้งหมด และในแต่ละชุดกิจกรรมย่อย

2. ศึกษาหลักสูตรฉบับปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2533 ในรายวิชา ว.014, ว.017 และในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดความคิดรวบยอดจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และกิจกรรมลงในชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

3. ศึกษาขอบข่ายของผลสัมฤทธิ์ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรม

4. ศึกษารายละเอียดในหลักการ วิธีสร้างชุดกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

5. ศึกษาการผลิตรายการโทรทัศน์ การถ่ายภาพ การตัดต่อ เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตสื่อวีดีโอเทป ที่ใช้ในชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

6. กำหนดรูปแบบของกิจกรรม โดยผู้วิจัยทำการปรับปรุงมาจากของ อุไรรัตน์ ช้างทรัพย์ (2532 : 53-56) ซึ่งภายในชุดกิจกรรมแต่ละชุดประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้

6.1 คู่มือชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นคู่มือสำหรับครูที่ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรม ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญดังนี้

6.1.1 ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุหมายเลขกิจกรรม และชื่อกิจกรรม

6.1.2 คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม และลักษณะของการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้

6.1.3 จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่นักเรียนต้องทำให้สำเร็จ

6.1.4 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการสอนชุดกิจกรรมนั้น ๆ

6.1.5 การดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุถึงการเตรียมตัวล่วงหน้า เช่น อุปกรณ์และสารเคมี นอกจากนี้ยังระบุถึงขั้นตอนการเรียนการสอนของครูและนักเรียนอย่างละเอียด

6.1.6 เนื้อหา เป็นส่วนที่กล่าวถึงเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนทราบ

6.1.7 กิจกรรม เป็นส่วนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น การตอบคำถาม การบันทึกข้อมูล ตลอดจนการสรุปผล

6.1.8 คำเฉลยกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุถึงคำตอบในกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ตอบคำถาม และลงมือปฏิบัติ

6.1.9 การวัดผลและการประเมินผล เป็นส่วนที่ระบุถึงวิธีการตรวจสอบที่จะทำให้ทราบว่านักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

6.2 ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดกิจกรรมที่ให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการทำกิจกรรมแต่ละครั้งซึ่งประกอบด้วย

6.2.1 ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุหมายเลขกิจกรรมและชื่อกิจกรรม

6.2.2 จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุผล

6.2.3 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการเรียนด้วยชุดกิจกรรมนั้น ๆ

6.2.4 การดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุถึงการเตรียมตัวล่วงหน้า เช่น อุปกรณ์และสารเคมี การทบทวนกิจกรรมที่ผ่านมา นอกจากนี้ยังระบุถึงขั้นตอนในการเรียนของนักเรียนอย่างละเอียด

6.2.5 เนื้อหา เป็นรายละเอียดของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนทราบ

6.2.6 กิจกรรม เป็นส่วนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น การตอบคำถาม การบันทึกข้อมูล ตลอดจนการสรุปผล

6.2.7 คำเฉลย เป็นส่วนที่ระบุถึงคำตอบในกิจกรรม ที่ให้นักเรียนตอบคำถามหรือลงมือปฏิบัติ

7. นำชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ให้อาจารย์จิตจรลดา คำเจริญ ผู้เชี่ยวชาญในการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ และให้อาจารย์ศิริพร ชาลีรัตน์ ผู้เชี่ยวชาญใน

การสอนด้วยชุดการเรียนรู้ ตรวจสอบความเหมาะสมทางด้านต่าง ๆ แล้วนำไปปรับปรุง

8. นำชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองแขงวิทยา อำเภอหนองแขง จังหวัดสระบุรี จำนวน 10 คน
เพื่อหาข้อบกพร่อง

9. นำปัญหาและข้อบกพร่องของชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จากการนำ
ไปทดลองใช้ มาปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ท่านเพื่อหาทางปรับปรุง

10. นำชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองแขงวิทยา อำเภอหนองแขง จังหวัดสระบุรี จำนวน 20 คน
โดยไม่ให้เข้าในกลุ่มที่ทดลองตามข้อ 8

11. นำชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้จริง

2. แผนการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการ
กำหนดขั้นตอนลำดับเนื้อหา และลำดับขั้นตอนของกิจกรรม ในแผนการสอนของครู

2. ศึกษาหลักสูตรฉบับปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2533 แนวการสอนในรายวิชา ว.014,
ว.017 และศึกษาของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นแนวทางใน
การกำหนด ความคิดรวบยอด จุดมุ่งหมาย เนื้อหา และกิจกรรมในแผนการสอนสำหรับครู

3. ศึกษาขอบข่ายของผลสัมฤทธิ์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

4. ศึกษารายละเอียดในหลักการ การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเป็นแนวทาง
ในการเขียนแผนการสอน

5. สร้างแผนการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ความคิดรวบยอด

5.2 จุดมุ่งหมาย

5.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย

- ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยครูให้ความรู้ด้านเนื้อหาด้วยสื่อชนิดต่าง ๆ และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากคิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลองรวมถึงการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

-ขั้นทดลองเป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ให้ไว้โดยครูจะคอยควบคุม และให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นส่งเสริม และให้คำปรึกษา

- ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยครูจะใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่ได้รวบรวมไว้มาสรุปลผลเป็นความรู้รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดในการทดลองที่อาจจะเกิดขึ้นได้นอกจากนี้ครูจะเป็นผู้นำการอภิปรายในแนวกว้าง เพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและมองมุมกว้างมากขึ้น

6. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นให้อาจารย์จิตกรลดา คำเจริญ ผู้เชี่ยวชาญในการสอนโครงการวิทยาศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาและแก้ไขปรับปรุง

7. นำแผนการสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองแขงวิทยา อำเภอหนองแขง จังหวัดสระบุรี จำนวน 20 คน

8. นำแผนการสอนมาปรับปรุงอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำไปทดลองใช้จริง

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ปรับปรุงจากของ สมศรี เพชรขจร (2531 : 92-101) ซึ่งสร้างขึ้นตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ จำนวน 28 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .65

ลักษณะแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จะกำหนดสถานการณ์หรือรูปภาพ แล้วสร้างคำถามเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นในการตั้งปัญหา
2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

4. ขึ้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบมี 5 ตัวเลือก เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน สำหรับคำตอบที่ถูกต้อง ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทำโดยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงจากของ สมศรี เพชรขจร ไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนหนองแขงวิทยา อำเภอหนองแขง จังหวัดสระบุรี จำนวน 129 คน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ความยากง่ายโดยใช้เทคนิค 27% ของจุง เท พาร์น ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .21 - .82 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .68 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 225) ได้ค่าความเชื่อมั่น .79

4. แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบประเมินโครงงานของ สสวท. (2531 : 52-58) ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่าตัวเลข 4 ระดับ คือ 1,2,3 และ 4 จำนวนเลขแต่ละจำนวนมีค่าดังนี้

4 หมายถึง ดีมาก

3 หมายถึง ดี

2 หมายถึง พอใช้ได้

1 หมายถึง ต้องปรับปรุง

แบบประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์นี้ จะให้คะแนนทางด้านต่าง ๆ ของโครงงาน วิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้ประเมินทีละข้อ จากนั้นจึงนำคะแนนทั้งหมดมารวมกัน

ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่สามารถทำโครงงาน วิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ถูกขั้นตอนและมีคุณภาพตามเกณฑ์การประเมินโครงงานที่ปรับปรุง จากของ สสวท. (2531 : 52 - 58) ซึ่งมีเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

5.1 ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ การพิจารณาตัดสินให้คะแนนในข้อนี้ต้องคำนึงถึงระดับชั้นและอายุของนักเรียนด้วย ซึ่งอาจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

5.1.1 หัวข้อโครงการมีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจนเพียงใด

5.1.2 ได้ค้นหาเอกสารอ้างอิงได้เหมาะสมเพียงใด

5.1.3 การรวบรวมข้อมูลกระทำได้เลยถูกต้องตรงตามจุดประสงค์
ที่ต้องการศึกษาเพียงใด

5.1.4 ได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการทำโครงการนี้นอกจากที่เรียน
ตามหลักสูตรปกติมากน้อยเพียงใด

5.2 การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการหรือเทคนิคที่ใช้ในการ
ประดิษฐ์คิดค้น

ถ้าเป็นโครงการประเภทการทดลองหรือสำรวจรวบรวมข้อมูล การประเมิน
ในข้อนี้อาจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

5.2.1 สมมติฐานได้แถลงไว้ชัดเจนเพียงใด

5.2.2 การออกแบบการทดลองหรือการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล
ทำได้รัดกุมเพียงใด

5.2.3 การวัดและการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ทำได้ดีเพียงใด

5.2.4 การจัดกระทำและการนำเสนอข้อมูลทำได้เหมาะสมเพียงใด

5.2.5 ได้มีการทดลองหรือเก็บรวบรวมข้อมูลมากเพียงพอที่จะให้ข้อ
สรุปที่เชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด

5.2.6 การแปลผล การสรุปผล เหมาะสมและตั้งบนรากฐานของข้อมูล
ที่รวบรวมไว้เพียงใด

5.2.7 การบันทึกประจำวันเกี่ยวกับการทำโครงการทำได้เรียบร้อยและ
เหมาะสมเพียงใด

ถ้าเป็นโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ การประเมินโครงการในหัวข้อนี้
อาจพิจารณาดังนี้

5.2.8 การกำหนดอุปกรณ์ และเครื่องมือมีความเหมาะสมเพียงใด

5.2.9 การออกแบบมีความเหมาะสมกับงานที่ใช้เพียงใด เช่น ขนาด
รูปร่าง ตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่าง ๆ ฯลฯ

5.2.10 มีความคงทนถาวรเพียงใด

5.2.11 ได้คำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานเพียงใด

5.2.12 การออกแบบได้คำนึงถึงการซ่อมบำรุงรักษามากน้อยเพียงใด
เช่น ส่วนที่จำเป็นต้องถอดออกเปลี่ยนบ่อย ๆ อยู่ในตำแหน่ง
ที่เหมาะสมเพียงใด

5.2.13 มีความประณีตเรียบร้อย สวยงามจูงใจผู้ใช้เพียงใด

5.2.14 มีการใช้เทคโนโลยีทันสมัยเพียงใด

5.3 การเขียนรายงาน หัวข้อนี้อาจพิจารณาด้านต่าง ๆ ดังนี้

5.3.1 การเตรียมรายละเอียดลงในแบบฟอร์มทำได้อย่างถูกต้องเพียงใด

5.3.2 การเขียนรายงานครอบคลุมหัวข้อที่กำหนดเพียงใด

5.3.3 มีความเหมาะสมของตาราง หรือกราฟ หรือรูปภาพ ที่ใช้
ประกอบมากน้อยเพียงใด

5.3.4 สื่อความหมายในเรื่องที่ทำได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกันเพียงใด

5.3.5 การทำโครงการได้แสดงให้เห็นถึงความทุ่มเท อดทน และความ
ตั้งใจจริงมากน้อยเพียงใด

5.4 ความคิดริเริ่ม การประเมินในหัวข้อนี้จะต้องคำนึงถึงระดับผู้ทำโครงการ
คือความคิดริเริ่ม หรือความแปลกใหม่ในระดับผู้ทำโครงการด้วยกัน ไม่ใช่ความแปลกใหม่ใน
ระดับผู้ประเมินโครงการ ซึ่งอาจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

5.4.1 ปัญหาหรือเรื่องที่ทำมีความสำคัญ และมีความแปลกใหม่เพียงใด

5.4.2 มีวิธีการควบคุมตัวแปร หรือวัดตัวแปร หรือเก็บรวบรวมข้อมูล
ต่าง ๆ ได้แปลกใหม่เพียงใด

5.4.3 มีการออกแบบ ประดิษฐ์ คัดแปลงหรือใช้วัสดุที่แปลกใหม่ในการ
ทำโครงการมากน้อยเพียงใด

การหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินผลสัมฤทธิ์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดย
นำแบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงจากของ สสวท.ไปตรวจโครงการวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 14 เรื่อง โดยผู้ตรวจ 2 ท่านคือ อาจารย์จิตรลดา คำเจริญ และอาจารย์กมล เพ็ญพุ่ม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นจากสูตร Pearson Product-Moment Coefficient Correlation (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2531 : 164-165) ได้ค่าความเชื่อมั่น .70

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยดำเนินการวิจัยแบบ Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 : 114-116)

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการทำการวิจัย
2. ดำเนินการสอบนักเรียนที่ได้จากการสุ่มทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่ม ในเวลา 22 คาบ คาบละ 50 นาที
 - กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - กลุ่มควบคุม สอนตามแผนการสอนโดยครูผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์
3. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามเวลาที่กำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และประเมินผลงานที่นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
4. ตรวจสอบผลการสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และรวบรวมคะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียน โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score

เปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียน โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t-test Independent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทาคะแนนเฉลี่ย (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2531 : 59)
2. ทาค่าความแปรปรวน (Variance) (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 62)
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)
5. เปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ t-test Independent (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 84)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนรู้กับการเรียนก่อนการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง
S^2_D	แทน	คะแนนความแปรปรวนของผลต่างระหว่างหลังการเรียนรู้กับการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t-distribution

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์
- ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดลองหลังการเรียนรู้กับการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	MD	S_0^2	t
กลุ่มทดลอง	32	6	4	5.40 **
กลุ่มควบคุม	32	3.53	2.13	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง1 จะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

2.เปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test Independent ได้ผลดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง
กับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	8	58.38	9.70	1.95 *
กลุ่มควบคุม	8	55.63	9.27	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง2 จะเห็นว่าความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครู
เป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 โดยใช้ชุด
กิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน
โครงงานวิทยาศาสตร์โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน
โครงงานวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน
โครงงานวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน
โครงงานวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงาน
วิทยาศาสตร์
2. นักเรียนที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงาน
วิทยาศาสตร์

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการทำการวิจัย
2. ดำเนินการสอบนักเรียนที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่ม ในเวลา 22 คาบ คาบละ 50 นาที
 - กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - กลุ่มควบคุม สอนตามแผนการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์
3. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามเวลาที่กำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และประเมินผลงานที่นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
4. ตรวจสอบผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และรวบรวมคะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score
2. เปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t-test Independent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ในการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีผลการวิจัย และได้อภิปรายผลประกอบดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 1 สามารถอภิปรายผลได้ว่า

ประการที่หนึ่ง การสอนโดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีลักษณะการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้พบปัญหาค้นคว้าด้วยตนเอง และหาวิธีการแก้ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่มของตนเป็นการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้หาคำตอบได้โดยอิสระ โดยเริ่มตั้งแต่ให้นักเรียนได้พบปัญหา ตั้งสมมติฐานตรวจสอบสมมติฐานและสรุปผล จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา ก่อให้เกิดทักษะในการคิดแก้ปัญหาซึ่งตรงกับหลักการของ เฮนนิ่ง (Heining. 1981 : 61) กล่าวว่า การให้โอกาสนักเรียนในการแก้ปัญหา เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ-ปลายเปิด ที่ให้ผู้เรียนมองเห็นสถานการณ์ ซึ่งเป็นลักษณะของสิ่งเร้าทั้งหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ จึงพยายามตรวจสอบว่าอะไรคือปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและตรวจสอบ

สมมติฐาน โดยการออกแบบการทดลอง มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ และทดสอบสมมติฐานนั้นว่าจริงหรือไม่ การจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง จึงเป็นการฝึกหัดแก้ปัญหา นักเรียนจะสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ มากกว่านักเรียนที่ไม่เคยมีประสบการณ์ หรือมีประสบการณ์น้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสำนักศตวรรษ (2532 : 92) ได้ทำการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้นักเรียนหาทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีวิธีการคิดตอบปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้น สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่บอกวิธีการแก้ปัญหาให้ และจากงานวิจัยของ นันทเดช โชคถาวร (2532 : 58) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนหาทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยตนเองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยบอกวิธีแก้ปัญหาให้

ประการที่สอง การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียน ศึกษาเป็นรายบุคคล และเป็นรายกลุ่ม ในขณะที่ศึกษาเป็นรายบุคคล จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา (วาสนา ชาวหา. 2525 : 139-140) ทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักคิด วิเคราะห์ ตัดสินใจ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และในขณะที่นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่ม นักเรียนจะได้มีโอกาส แลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน มีการสื่อความหมายด้วยประโยคที่เข้าใจง่ายในระดับเดียวกัน นักเรียนได้มีการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน ทำให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาดีขึ้น ซึ่งตรงกับงานวิจัยของแอลเลน (Allen 1967 : 371) พบว่า การพูดคุยระหว่างเพื่อนด้วยกัน ทำให้สามารถเข้าใจ และสื่อความหมายได้มากขึ้น และจากงานวิจัยของหอมนวน ใจชื่อ (2529 : 63-64) พบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน จากลักษณะของชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่เปิดให้นักเรียนทำงานร่วมกันกลุ่ม มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

จากเหตุผลดังกล่าวจะพบว่าชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสและหาทางเลือกแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกันเป็นหมู่คณะจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดี และเมื่อผู้เรียนเริ่มมองปัญหาและแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น จะส่งผลให้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพด้วย และในทางกลับกัน เมื่อได้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้นด้วย ซึ่งตรงกับหลักการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2530 : 4) ที่ว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนเป็นผู้เริ่มวางแผน ดำเนินการศึกษาด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จากการสอนสองวิธีปรากฏว่า ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 2 อภิปรายผลได้ว่า

ประการที่หนึ่ง การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาจากสื่อการสอนประเภทอื่น ๆ เช่นวีดิโอเทปซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ ในหัวข้อนั้นกว้างขวางขึ้น (เชาวนีย์ อะยะวงศ์.2524:32 ; อ้างอิงมาจาก Grinewald.1975)ซึ่งสื่อการสอนหลายชนิดจะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกแปลกใหม่ช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนทำให้ไม่เบื่อง่ายโดยเฉพาะสื่อการสอนที่เป็นวีดิโอเทป จะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพ เห็นความมุ่งหมาย เห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนอันจะทำให้เกิดแรงจูงใจภายนอกที่ช่วยให้การเรียนดีขึ้น นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดดีขึ้น (Lamler. 1959 : 9 - 30) การให้นักเรียนดูวีดิโอเทปในเรื่องเกี่ยวกับความรู้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จึงทำให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของโครงงาน และเห็นตัวอย่างของโครงงานอย่างหลากหลายนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับโครงงานและสามารถคิดหัวข้อโครงงานได้ดี ซึ่งการคิดหัวข้อโครงงานนั้นถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2530 : 5 - 18) การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ดูวีดิโอเทปเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ แล้วให้ฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ละขั้นตอนจนครบ จึงทำให้นักเรียนที่เรียนโดย

ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ดี

ประการที่สอง การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักคิด วิเคราะห์ ตัดสินใจรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และทำงานร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของวีระ ไทยพานิช(2529: 137) ที่ว่าการเรียนด้วยชุดการเรียนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของผู้เรียน เพราะสื่อที่จัดไว้ในชุดการเรียนเป็นระบบเส้น มีลักษณะแปรเปลี่ยนกิจกรรมและช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนตลอดเวลา และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมีทักษะในการแสวงหาความรู้พิจารณาข้อมูล ฝึกความรับผิดชอบการตัดสินใจการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช่วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาที่มีระบบมีลำดับขั้นตอนแน่นอน แต่ละขั้นตอนจัดเรียงไว้อย่างมีเหตุผลเมื่อนักเรียนได้ฝึกปฏิบัติอยู่บ่อย ๆ ก็เกิดการเรียนรู้ในกระบวนการดังกล่าว และสามารถปรับกระบวนการนั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นได้ (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531 : 158)

จากลักษณะที่ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพรวมอย่างชัดเจนและเห็นตัวอย่างของโครงงานอย่างหลากหลาย มีการฝึกให้ผู้เรียนพบปัญหา หาทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และมีการฝึกปฏิบัติอยู่บ่อยๆจึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ จีรพรรณ แสงหล้า (2532 : 72)ซึ่งพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ดีและจากผลการวิจัยของ ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533 : 82)พบว่าความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01ซึ่งนักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่า

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เวลาที่ใช้ในการเรียนโดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จะเพียงพอสำหรับนักเรียนบางกลุ่ม และอาจไม่เพียงพอสำหรับนักเรียนบางกลุ่ม ซึ่งอาจแก้ปัญหาได้โดยการขยายเวลาเรียนเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม และจัดกิจกรรมให้นักเรียนฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทจากเดิม 2 คาบเรียนเป็น 4 คาบเรียน แล้วแบ่งให้ 2 คาบเรียนแรก เป็นการฝึกเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ และ 2 คาบต่อมา เป็นการลงมือปฏิบัติฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จะทำให้นักเรียนมีเวลาในการคิด เขียน และลงมือปฏิบัติมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลถึงชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ดี

1.2 การเรียนโดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ชุดนี้ นักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานในเรื่อง เซลไฟฟ้าเคมี กระแสไฟฟ้า การวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าด้วยแอมมิเตอร์ ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่จะฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมมากขึ้น นอกจากนั้นนักเรียนควรมีประสบการณ์พื้นฐานในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บ้างแล้ว จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเรียนรู้จากชุดกิจกรรมได้เร็วขึ้น

1.3 การหาวิธีการในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น การใช้แบบทดสอบอัตรัย ตรวจจากการลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาจริงของนักเรียน ซึ่งจะทำให้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้หลากหลายขึ้น เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ และในแต่ละปัญหาที่เกิดขึ้น อาจมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี

1.4 การคิดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มาก ครูจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารอ้างอิง ในแหล่งความรู้ต่าง ๆ หรือนักเรียนออกไปสำรวจสภาพแวดล้อม หรืออาชีพในชุมชน ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในงานอดิเรกของนักเรียน อาชีพเสริมของครอบครัว และสำรวจความเชื่อของคนในท้องถิ่น แล้วคิดเป็นหัวข้อโครงงาน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดแนวทางในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

2.1 การศึกษาทัศนคติที่มีต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นใด
ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

2.2 ควรศึกษาความสามารถในการคิดหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบ
ฝึกคิดหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีโอเพนสร้างสถานการณ์

2.3 ควรศึกษาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

2.4 เปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มี
ระดับผลการเรียนหรือด้านสติปัญญาแตกต่างกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. จิตวิทยาการศึกษาฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
ห้างหุ้นส่วนจำกัดศรีเคหา, 2528.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. "วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน" เอกสารประกอบการเรียน
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. 258 หน้า.
- กาญจนา ลากวย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้าน
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชา
ศาสตร์ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่มีชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง.
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2532, 190 หน้า. อัดสำเนา.
- กิ่งฟ้า สันธวงษ์ และคนอื่น ๆ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
2529.
- กิตติ กล่อมเกลี้ยง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีการใช้
สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหา และตั้งสมมติฐาน กับไม่มีการใช้สถานการณ์ ฝึกการ
กำหนดปัญหา และตั้งสมมติฐาน ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. 194 หน้า. อัดสำเนา.
- เกศินี โชติกเสถียร. การใช้เทคโนโลยีการสอนในห้องเรียน. เอกสารประกอบการ
สอนเทคโนโลยี 320. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2523. อัดสำเนา.
- คณิง กายสอน. การศึกษาผลการรับรู้ความหมายของผู้ชมรายการโทรทัศน์ที่ใช้การตัดต่อ
แบบต่าง ๆ. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- ครั้น มณีโชติ. การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากรายการโทรทัศน์รูปแบบต่างกัน.
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2529. อัดสำเนา.

- จรรยา สุพัฒน์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- จิรพรรณ แสงหล้า. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านกวดวิทยาคม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, 2532. อัดสำเนา.
- ชม ภูมิภาค. "โทรทัศน์กับการศึกษาตลอดชีพ" สารเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2516.
- ชัชวาล วิริยกุล. ผลของการสาธิตโดยเทปโทรทัศน์ที่เสนอภาพซ้อนด้วยความเร็วต่าง ๆ ที่มีต่อ ทักษะการเล่นฟุตบอลของนักเรียนชั้นที่ 3 วิชาเอกพลศึกษา วิทยาลัยครูนครปฐม. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- เชาวนีย์ อะยะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. 250 หน้า. อัดสำเนา.
- ทบวงมหาวิทยาลัย, คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : 2525.
- ธวัช ทิพย์พิทักษ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอน โดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. 117 หน้า. อัดสำเนา.
- ธวัชชัย เขื่อนประสิทธิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนด้วยตนเอง. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

- ธวัชชัย สันติประภา. "การวางแผนการผลิตเทปโทรทัศน์" ในเอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการผลิตเทปโทรทัศน์ทางการเกษตร รุ่นที่ 4. ณ ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 2528. หน้า 13 - 27. อุดสาเนา.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. การสอนกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์คู่มือสำหรับครู. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์. การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อุดสาเนา.
- นันทเดช โชคदार. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. 269 หน้า. อุดสาเนา.
- นิยม ทองอุดม. การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง บรรยายาศ โดยใช้บทเรียนโมเดลกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. 87 หน้า. อุดสาเนา.
- นิรมล ศตวุฒิ. "ชุดการเรียนแบบเอกัตบุคคลน่าจะมีบทบาทในมหาวิทยาลัยตลาดวิชา" รวมคำแหง 1 : 138 - 145 พฤษภาคม 2526.
- บังเอิญ โอวาท. การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยจากเทปโทรทัศน์ที่มีการนำเรื่องแบบต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อุดสาเนา.
- บุญชู ใจเรือกุล. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปัจจุบันพยาบาลของนักเรียนนายสิบเหล่าแพทยทหารบกที่เรียนจากการสาธิตด้วยเทปโทรทัศน์โดยวิธีบทวนแบบต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อุดสาเนา.
- บุญส่ง แจ้งสว่าง. แนวโน้มหลักสูตรวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาและความต้องการของหน่วยงาน. เอกสารสัมมนาวิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. 141 หน้า. อุดสาเนา.
- เบญจพร ศรีสุวรรณาศ. "โครงการวิทยาศาสตร์กิจกรรมที่ควรส่งเสริม" วารสารสสวท. 2531.

- ประภาพร สุวรรณรัตน์. การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- พจนนา สังวรรณกิจ. การทดลองสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- พนัส หันนาคินทร์. การศึกษาของไทย. วัฒนาพานิช. 2521. 229 หน้า.
- พยอม คันมณี. การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยคำาเรียนวิชา จิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. 203 หน้า. อัดสำเนา.
- พรรณา หิมารัตน์. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำ กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงาน วิทยาศาสตร์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียน. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- พรวณีย์ ชูทัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน (จิตวิทยาการศึกษาสำหรับครูในชั้นเรียน). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : 2528. 314 หน้า.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- พินิต วัฒนไธ. การผลิตรายการโทรทัศน์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.
- พิสุทธิ บุญเจริญ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นกลุ่ม ของการสอนด้วยชุดการเรียนแบบสืบสวนสอบสวน กับการสอนตามปกติในวิชา ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- ไพโรจน์ ศิรธนากุล, ผู้รวบรวม. เทคนิคการผลิตรายการวีดีโอเทปเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : 2528. 180 หน้า.
- มังกร ทองสุคติ, คร. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. หน่วยงานพิเศษ กรมการฝึกหัดครู, 2522. 115 หน้า.

- ไวยิน ศรีโสภณ. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียน
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. 98 หน้า. จัดสำเนา.
- รุ่งชีวา สุขดี. การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 2531. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : 182 หน้า. จัดสำเนา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :
ศึกษาพร จำกัด, 2531.
- ลัดดา ศุขปริณี. เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. โอเคเอ็นเอสไตร์ 2523, 224 หน้า.
- วรรณดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. 120 หน้า. จัดสำเนา.
- วาสนา ชวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์, 2525.
- วินัย คำสุวรรณ. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถ
ในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. 188 หน้า. จัดสำเนา.
- วิภาภรณ์ เตโชชัยวุฒิ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
แบบสืบเสาะหาความรู้กับการเรียนตามปกติ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. 191 หน้า. จัดสำเนา.
- วีระ ไทยพานิช. 57 วิธีสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, 2529. 165 หน้า.
- ศิลป์ชัย บุรณพานิช. ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริม
หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527. ถ่ายเอกสาร.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. แนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เลือกเสรี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.
กรุงเทพฯ : 2533.
- สมพงษ์ ตระกูลหุ่นวัฒน. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการเรียนบท
เรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวน สอดสวนกับแบบบรรยาย. ปริญญานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือการทำงานและการจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : 2529.

_____. คู่มือการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : 2531.

_____. แนวทางในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโครงการพัฒนาผู้ที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : 2530.

สมจิต สวธนไพบุลย์. สมรรถภาพของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

สมบัติ ชอหะซัน. การศึกษาผลการเรียนรู้จากตัวอักษรบรรยาย ที่สอดคล้องในระหว่างการเสนอรายการโทรทัศน์บันเทิง ที่ต่างเนื้อหา. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

สมบัติ สุวรรณพิทักษ์. สารพัฒนาหลักสูตรประจำเดือนธันวาคม. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2530.

สมศรี เพชรขจร. การศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา

สัณญา รังงาม. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในด้านการตอบสนองแบบเปิดเผยกับการตอบสนองแบบปิดบังวิชาวิทยาศาสตร์. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.

สามัญศึกษา, กรม. คู่มือการจัดกิจกรรมนักเรียนชุมนุมวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา สำนักงานศึกษาธิการเขต 1, 2526.

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. "การปฏิรูปการศึกษา". สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. 192 หน้า.

สุดสวาท เกศบุรมย์. ความคิดเห็นและความต้องการรายการวิดีโอเทปเพื่อการศึกษาด้านอาชีพสำหรับศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัด. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. ถ่ายเอกสาร.

- สุภารัตน์ จินดาวงษ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และมโนภาพ
แห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้
กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้.
กรุงเทพฯ : 2531.
- สุประณีต ขศกลาง. การสร้างและทดลองใช้เทปโทรทัศน์สื่อพื้นบ้านหมอลำเรื่องยาเสพติด
สำหรับฝึกอบรมกลุ่มเยาวชนนอกโรงเรียนในจังหวัดร้อยเอ็ด. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. ถ่ายเอกสาร.
- โสภณ จาเลิศ. การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากวิธีการสร้างแรงจูงใจต่างกัน
ในรายการวิดีโอ. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2531. 102 หน้า. อัดสำเนา.
- หนูม้วน ร่มแก้ว. รายการโทรทัศน์เรื่องกาวยาและผลึกภาพด้วยการยาง. ปรินญาณินพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
อัดสำเนา.
- หอมนวล ใจเชื้อ. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วย
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
และระหว่างครูกับนักเรียน. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อนันต์ คงจันทร์. "กระบวนการแก้ปัญหา" จุฬาลงกรณ์ธุรกิจปริทัศน์. 8(35) :
47 - 52 ธันวาคม 2529.
- อุทัย บุญมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และ
ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และ
ตามคู่มือครู. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อุทิน สุทธิสาร. การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ จากการเสนอภาพสองแบบในรายการ
โทรทัศน์. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

- อุไรรัตน์ ช้างทรัพย์. การสร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติก เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, 2532. ถ่ายเอกสาร.
- อุษา ค่ำระกอบ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุด การเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. จัดสำเนา.
- Allen, James Crawford. Infection and the compromised host. Baltimore, The Williams & Wilkins. 1976.
- Baker, Tunis. "What Can We Do to Make Our Children Capable of Thinking for Themselves," Science Education. 34 : 1960
- Bard, Eugene Dwign. "Development of a Variable-Step Programed System of Instruction for College Physical Science," Dissertation Abstract International. 35 : 5974-A; March, 1975.
- Bourne, Lyle E., Bruce R. Ekstrand and Roger L. Dominoski, The Psychology of Thinking. New Jersey : Prentice - Hall, 1971.
- Bruner, Jerome S. Studies in Cognitive Growth : A Collaboration at the Center for Cognitive Studies. New York, John Wiley and Sons, 1966.
- Cadarelli, Sally M. Individualized Instruction Programmed and Material. New Jersey : Englewood Cliffs, 1973.
- Carroll, John B. "A Model of School Learning, "Teacher College Record 64 : 723 - 753 ; May, 1963.
- Clark, Cecil D. "Teaching Concepts in the Classroom," Journal of Education Psychology. 3 : 253 - 278 ; 1971.
- Cross, K., Patricia and Eugene L. Gaier, "Technique in Problem Solving as a Predictor of Educational Achievement," Journal of Educational Psychology Vol. 46. 4 : 193 - 206; April, 1955.

- Devito, Alfred and Gerald H. Krockover. Creative Sciencing Ideas. Activities for teacher and children little, Brown and Company (Inc), 1976.
- Dressel, paul L. "Critical Thinking : The Goal of Education," The Journal of the National Education Association. 44 : 1955.
- Duann, James E. Individualized Instructional Programed and Materiel. Rnhlewood Cliffs, New Jersey : Educational Teachnology Punlication, 1973.
- Elrod, Elizabeth Louella. "Instant' replay television as a tool for teaching certain physical aspects of singing," Dissertation Abstracts International. 32(10) : 5823 A ; April, 1972.
- Eniaiyeju, Paul A. "The Comparative Effects of Teacher - Demonstration and Self-Paced Instruction on Concept Acquisition and Problem - Solving Skills of Colledge Level Chemistry Student," journal of Desearch in Science Teaching. 20(8) : 795 - 801 ; November, 1983.
- Eysenck, H.J. Arnold W. Wurzburg. and Meili R. Berne. Encyclopedia of Psychology. Edited by Eysenck, H.J.! London : Search Press, 1972.
- Gabrielli, Ralph B. "A Study of the Characteristics of Pre-Service Teachers Indentified on an Experimental Instrument as High or Low in Problem - Solving Ability," Dissertation Abstracts International. 32 : 5650-a ; April, 1972.
- Gagne, R.M. The Condition of Learning. 2 nd ed., New York : Holy, Rinehart and Winstin, Inc., 1970.
- Gaier, E.L. "The Role of Knowledge in Problem - Solving." Progressive Education. 30 : 138 - 141 ; 1953.

- Goldstein, Joseph J. "Thinking Can be Learned," Educational Leadership. 6 : 1949.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Carter V. Good, New York : Mc Graw - Hill Company, 1973.
- Green, Eric. Towards Independent Learning in Science. Printed in Graat Brittaan by Billing and Sons Limited, Guildfor and London, 1976.
- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. McGraw-Hill, Book Company, 1967.
- Guilford, J.P. The Analysis of Intelligence. McGraw-Hill, Book Company, 1971.
- Heaters, Glan. "A Working Definition of Individualized Instructional," Journal of the Educational Leadership. 8 : 342 - 344 ; 1977.
- Heath, Robert W. "Curriculum Cognitive and Education Measurement," Education and Psvchological Measurement. 24 : 539 - 455 ; 1964.
- Heining, Ruth Beall. Creative Drama for the Classroom Teacher. Englewood Cliffs, New Jersey ; Prentice - Hall Inc., 1981.
- Johns, K.W. "A Comparision of Two Methods of Teaching Eighth Grade General Science : Traditional and Structured Problem Solving," EiSSERTATION Abstracts Internation : 1966.
- Kapfer, Philip and Mirian Kapfer. Leaarning Package in American Education. New Jersey : Educational Technology Publication, 1972.
- Lamler, Ford L. and Roberd Leestma. Suppl ementary Coruse Materials in Audio Visual Education. Stater's bookstore, 1959.
- Mark, Melvin H. Learning Instruction. The Macmillan Company, 1970.
- Kempa, R.F., and G.E. Dube. "Cognitive Preference Orientations in Students of Chemistry" The British Journal of Educational Psvchology Vol 43 Part 3, 1973.

- Mahan, L.A. "the Effects of Problem Solving and Lecture Discussion in Developing Student Growth in Basic Understanding Problem Solving Skill, Attitude, Interests and Personal Adjustment," Dissertation Abstract. 3 : 1097 - 1098 ; September, 1963.
- Maridith, C.E. "Development of Problem Solving Skill in High School Physical Science," Dissertation Abstracts. 10 : 3350 ; April, 1962.
- Miller, Robert Steven. "The Effectiveness of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non - Science Student," Journal of Research in science Teaching. 6 : 214 - 216; February, 1969.
- 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 Process," Dissertation Abstracts International. 36 : 3241-A ; December, 1975.
- Norton, R.T. "A Developmental Study in Assessing Children to Solve Problems in Science," Dissertation Abstracts International. 23(1) : 204-A; July, 1972.
- Parker, Eugene Gary. "The Relationship of Programmed Instruction to Test and Discussion Performance among Beginning College Biology Student," Dissertation Abstracts International. 1974.
- Purdue University. "Closed Circuit Television Instruction." Research in Instructional Television and Film. Washington D.C. : U.S. Office of Education, 1976.
- Saarni, Ingrid C. "Piagetian Operation and Field Independence as Factors in Children's Problem - Solving Performance," Child Development. 44 : 338 - 345 ; 1973.
- Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4th ed. New York : John Wiley and Son, 1962.

- Seymour, H. Fowler. Secondary School Science Teaching Practices
New York : The Center for Applied Research in Education, Inc.,
1964.
- Shaw, Terry J. "The Effect of Problem Solving Training in Science
Upon Utilization of Problem Solving Skills in Science and
Social Studies," Dissertation Abstracts International.
38(9A) : 5227-A ; March, 1977.
- Sherman, Marsha Sue Berkowitz. "Selected Affective Characteristics
and Creative Problem - Solving Performance in Gifted
Elementary School Children," dissertation Abstracts
International. 35 : 519; 1977.
- Strickland, W.R. "A Comparison of a Programmed Course and a
Traditional Lecture Course in General Biology," Dissertation
Abstracts International. 32 : 2510-A ; November, 1971.
- Stollburg, R.J. "Problem-Solving, The Process Games in Science
Teaching," Science Teacher. 23 : 225 - 228 ; September, 1956.
- Thurndike, Robert L. "Animal Intelligence," Psychology
Monograph, 8 : 2. quoted in Gary A Davis. Psychology or
Problem - Solving : Theory and Practice. New York : Basic
Book Inc., Publisher, 1973.
- Travers, Kenneth J. "A Test of Pupil Preference for Problem - Solving
Situation in Junior High School Mathematics," The Journal of
Experimental Education. 4 : 9-18 ; 1979.
- Weir, John Joseph. "Problem Solving is Everybody's Problem," the
Science Teacher. 4 : 16 - 18 ; April, 1974.

ภาพรวม

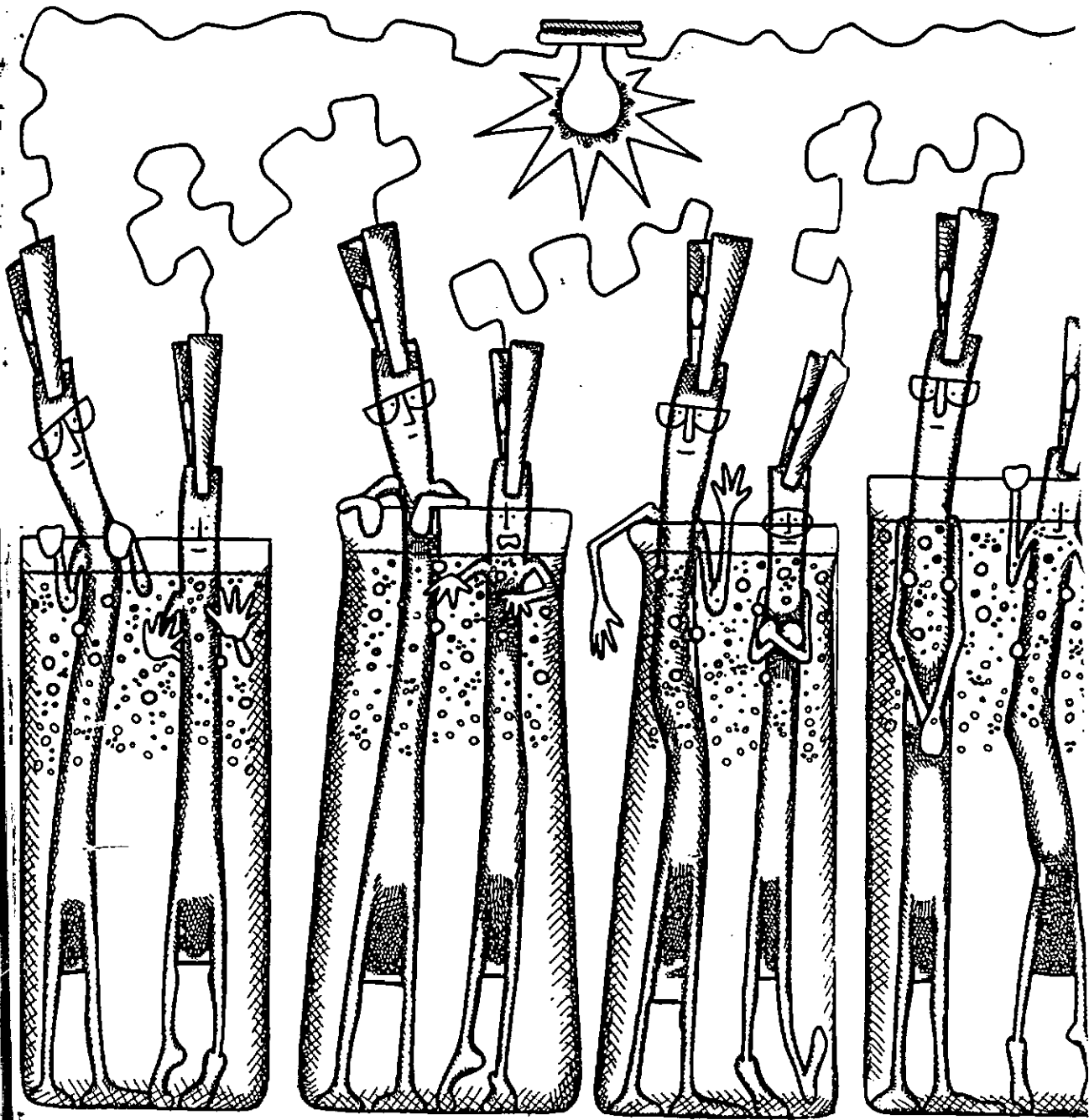
ภาคผนวก ก

1. ตัวอย่างชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน	108
2. ตัวอย่างชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับครู	125
3. ตัวอย่างแผนการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์	144
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	153
5. แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	161

ตัวอย่างชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน
กิจกรรมที่ 2

การฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง



ART BY RIMBERT SILLMAN

ชื่อ _____ ชั้น _____
เลขที่ _____ กลุ่มที่ _____

ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

กิจกรรมที่ 2 การฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง

จุดมุ่งหมาย เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. หาหัวข้อในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองได้อย่างน้อย 1 หัวข้อ
2. เขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองได้
3. ทดลองทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองอย่างง่ายได้

เวลาที่ใช้ ใช้เวลา 2 คาบ (100 นาที)

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมีและอุปกรณ์	จำนวนต่อกลุ่ม
1. น้ำมะนาว	50 cm ³
2. น้ำมะกรูด	50 cm ³
3. น้ำส้มเขียวหวาน	50 cm ³
4. น้ำส้มโอ	1/2 ลูก
5. แผ่นทองแดง ขนาด 2 x 10 เซนติเมตร	1 แผ่น
6. แผ่นสังกะสี ขนาด 2 x 10 เซนติเมตร	1 แผ่น
7. แผ่นตีบุก ขนาด 2 x 10 เซนติเมตร	1 แผ่น
8. แผ่นตะกั่ว ขนาด 2 x 10 เซนติเมตร	1 แผ่น
9. แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
10. สายไฟพร้อมคีมคีบ	2 เส้น
11. บีกเกอร์ ขนาด 100 cm ³	4 ใบ
12. หลอดฉีดยา ขนาด 50 cm ³	1 อัน

2. ทบทวนกิจกรรมที่ 1 และทบทวนเรื่องการใช้แอมมิเตอร์

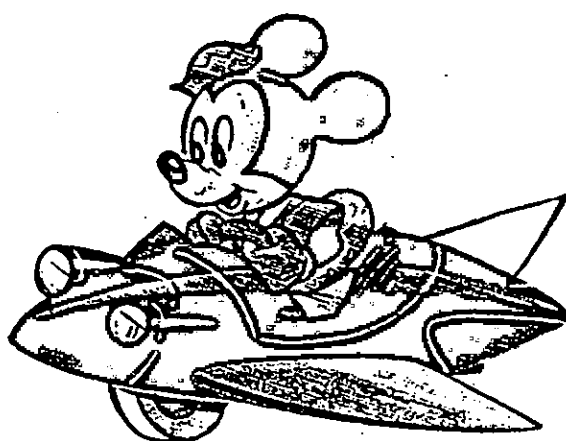
ขั้นนำ (5 นาที)

ครูชี้แจงถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง และกล่าวถึงความสำคัญ ประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากกิจกรรม พร้อมทั้งสอบถามเกี่ยวกับข้อสงสัยในกิจกรรมที่ 1 และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามถึงข้อสงสัยในระหว่างที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมที่ 2 ได้

กิจกรรม

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม จำนวน 8 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน
2. ครูแจกชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนกิจกรรมที่ 2 ให้กับนักเรียนทุกคน และเน้นให้นักเรียนทำตามขั้นตอนของกิจกรรม
3. นักเรียนแต่ละคนศึกษารายละเอียดในเนื้อหาซึ่งประกอบไปด้วยความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง และตัวอย่างเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง (30 นาที)
4. เมื่อนักเรียนอ่านรายละเอียดในเนื้อหาแล้ว ให้นักเรียนอ่านบทนำของกิจกรรม และสำรวจอุปกรณ์ที่ครูจัดไว้ให้บนโต๊ะ (5 นาที)
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง และออกแบบการทดลอง โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ให้ และอาจใช้อุปกรณ์ทั้งหมดหรือบางส่วนก็ได้ (15 นาที)
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองอย่างง่ายตามแบบฟอร์มที่กำหนดให้ (30 นาที)
7. เมื่อนักเรียนเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์เสร็จแล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในเค้าโครง (20 นาที) เสร็จแล้วให้ครูรับชุดกิจกรรมจากนักเรียนเพื่อทำการตรวจ

นักเรียนทำตามขั้นตอน
ของกิจกรรมนะครับ



เนื้อหา

ความรู้เกี่ยวกับโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง

โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง เป็นโครงการงานที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีต่ออีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องการศึกษาโดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งโครงการงานที่จะจัดเป็นโครงการงานประเภททดลองได้ จะต้องเป็นโครงการงานที่มีการจัดกระทำกับตัวแปรต้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าตัวแปรอิสระ มีการวัดตัวแปรตามและควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการศึกษา โดยทั่ว ๆ ไปขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการงานประเภทนี้จะประกอบด้วย การกำหนดปัญหา (หรือหาหัวข้อ) การตั้งจุดประสงค์หรือสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปรผลและการสรุปผล

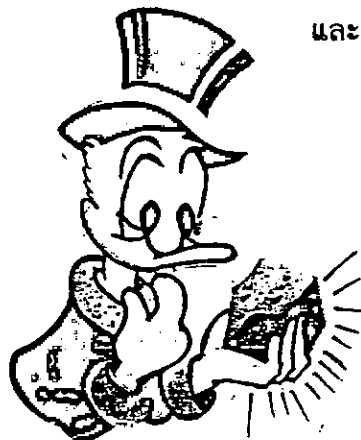
โครงการงานประเภทนี้ทำได้กว้างขวางหลายแนวทางมาก ตัวอย่างเช่น โครงการงานเรื่อง "การศึกษาผลของความเข้มข้นของฮอร์โมน NAA ที่มีต่อการงอกของกิ่งกุหลาบชำ" ซึ่งในที่นี้ผู้ทำโครงการงานมีจุดประสงค์ที่จะศึกษาว่าฮอร์โมน NAA ที่มีความเข้มข้นระดับใดจะกระตุ้นการงอกรากของกิ่งกุหลาบชำได้ดีที่สุด โดยมีสมมติฐานว่า ความเข้มข้นของฮอร์โมน NAA ที่ระดับ 1000ppm จะให้ผลสูงสุดต่อการงอกรากของกิ่งชำกุหลาบจึงได้ออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีจุ่มกิ่งกุหลาบพันธุ์เดียวกันที่มีขนาดความสมบูรณ์และตัดกิ่งในลักษณะเหมือนกันลงในฮอร์โมน NAA ที่มีความเข้มข้นต่างกันคือ 0 ppm (ถือเป็นชุดควบคุม) 500 ppm , 1000 ppm และ 1500 ppm จากนั้นจึงนำกิ่งชำไว้ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ใช้วัสดุในการปักชำเหมือนกันแล้วจึงวัดปริมาณรากที่งอกเพื่อนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบและตรวจกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากตัวอย่างเรื่องนี้ ผู้ทำโครงการงานได้จัดหรือกำหนดตัวแปรต่าง ๆ กล่าวคือ

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ : ความเข้มข้นของฮอร์โมน NAA ที่ระดับต่าง ๆ

ตัวแปรตาม : ปริมาณรากของกิ่งชำ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม : พันธุ์กุหลาบ ขนาดและความสมบูรณ์ของกิ่ง ลักษณะการตัดกิ่ง ปริมาณน้ำ ปริมาณปุ๋ย วัสดุที่ใช้ในการปักชำ และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ แสงสว่าง เป็นต้น



ตัวแปรต้น คือสาเหตุนั่นเอง

ส่วนตัวแปรตาม คือผล

จากตัวแปรต้นครับ

โครงการประเภททดลองนี้สามารถค้นคว้าศึกษาได้อย่างกว้างขวางเพราะสามารถเลือกตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่จะศึกษาได้อย่างมากมาย เช่นในเรื่องเกี่ยวกับการงอกของรากของกิ่งกุหลาบชำ ที่ยกตัวอย่างมาแล้วนี้ อาจกำหนดหรือศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ได้อีกมาก เช่น ชนิดของฮอร์โมน ชนิดของพืช ชนิดของวัสดุที่ใช้ชำ ลักษณะการตัดกิ่งชำ เช่น การตัดตรง ปาด โคนกิ่งเอียง 45 องศา ปาดโคนกิ่งเอียง 45 องศาเข้าหากันทั้งสองด้าน

ตัวอย่างโครงการงานประ เภททดลอง

ชื่อเรื่อง	ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรตาม
การเปรียบเทียบผลของสารเคมีที่มีต่อพัฒนาการทางกายและการเจริญเติบโตของหนูขาว	ชนิดของสารเคมีที่ให้หนูกิน	พัฒนาการทางกายและการเจริญเติบโตของหนูขาว
การศึกษาเปรียบเทียบวิธีวัดค่า g	วิธีวัดค่า g	ค่า g ที่วัดได้
การศึกษาผลของความเข้มข้นของผงซักฟอกที่มีต่ออัตราการย่อยของลูกปลาหางนกยูง	ความเข้มข้นของผงซักฟอก	จำนวนปลาหางนกยูงที่เหลือในแต่ละช่วงเวลา
ผลของความเข้มข้นของแสงที่มีต่อการสลายตัวของวิตามินซี	ความเข้มข้นของแสง	การสลายตัวของวิตามินซี
การสกัดไฮโดรคาร์บอนจากพืชด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน	วิธีการสกัดไฮโดรคาร์บอน	ปริมาณไฮโดรคาร์บอนที่ได้

7.ตัวแปรที่ต้องการศึกษา ตัวแปรที่ต้องการศึกษามี 3 ประเภทคือ

1. ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ ได้แก่ชนิดของผักตอง คือ
 - ผักกาดคอง
 - ผักคะน้าคอง
 - ผักกะหล่ำปลีคอง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ปริมาณกระแสไฟฟ้า
3. ตัวแปรที่ต้องควบคุม ได้แก่
 - ปริมาณของสารในผักตอง
 - ปริมาณของสารละลายจากผักตอง
 - ระยะเวลาที่ทำการทดลอง
 - ช่วงเวลาที่ทำการวัดตัวแปร
 - ขนาดของแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสี
 - สิ่งแวดล้อม

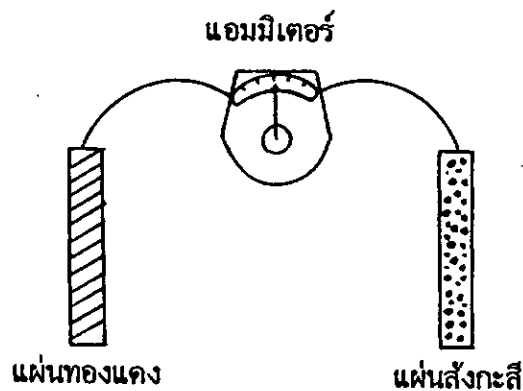
8.วิธีดำเนินงาน

8.1 อุปกรณ์และสารเคมี

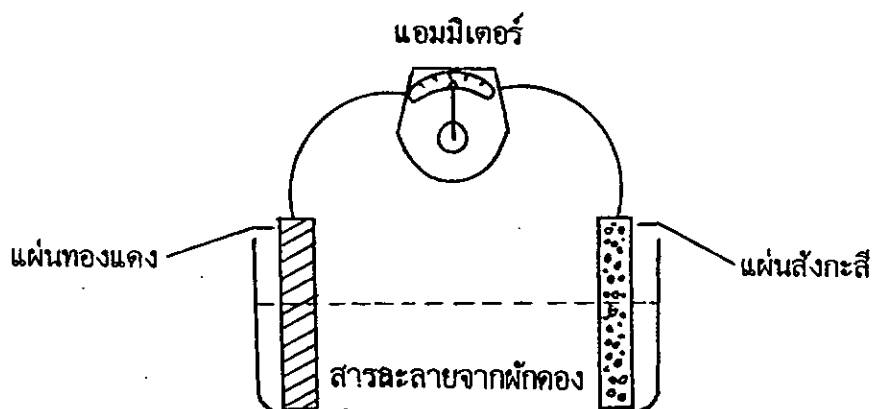
1. ผักกาด ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลี อย่างละ 1 กิโลกรัม
2. เกลือป่น 120 กรัม
3. น้ำมะพร้าว 2 ลิตร
4. น้ำสะอาด 2 ลิตร
5. แผ่นทองแดงขนาด 2×10 เซนติเมตร 3 แผ่น
6. แผ่นสังกะสีขนาด 2×10 เซนติเมตร 3 แผ่น
7. แท่งแก้ว 3 แท่ง
8. สายไฟพร้อมตัวหนีบ 3 ชุด
9. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 3 ใบ
10. หลอดฉีดยาขนาด 50 cm^3 3 หลอด
11. ผ้ากรอง 3 ชิ้น
12. ขวดโหล 3 ใบ
13. แอมมิเตอร์ 3 เครื่อง

8.2 วิธีการทดลอง

1. นำผักกาด ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลีมาอย่างละ 1 กิโลกรัม ล้างน้ำให้สะอาด แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปผึ่งแดดนาน 1-2 ชั่วโมง แล้วจึงทำตามข้อ 2
2. ใส่เกลือปน 40 กรัมผสมกับผักแต่ละชนิดคลุกเคล้าให้เข้ากัน
3. นำผักที่ได้จากข้อ 2 มาอัดใส่โหลให้แน่น โดยแยกใส่โหล โหลหนึ่งใส่ผักชนิดเดียว เก็บทิ้งไว้ 1 คืนจึงทำตามข้อ 4
4. นำน้ำมา 500 cm^3 ผสมกับน้ำมะพร้าว 500 cm^3 แล้วใส่ลงในโหล ผักดองแต่ละชนิดให้ท่วมผัก ปิดฝาให้แน่นทิ้งไว้ 1 คืน
5. เมื่อครบ 7 วันแล้วนำหลอดฉีดยามาดูดสารละลายจากผักดองแต่ละชนิดจำนวน 80 cm^3 ใส่ลงในบีกเกอร์แยกจากกัน
6. ต่อสายไฟเข้ากับแอมมิเตอร์ อีกข้างหนึ่งต่อเข้ากับแผ่นสังกะสีและแผ่นทองแดง ดังภาพ



7. จุ่มแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีจากข้อ 6 ลงในผักดองทิ้งไว้ 2 นาที อ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์ แล้วบันทึกไว้
8. ทำการวัดกระแสไฟฟ้าเช่นเดียวกับในข้อ 7 ซ้ำกัน 5 ครั้ง บันทึกผล แล้วทำการวัดกระแสไฟฟ้าจากผักคะน้าดอง และสารละลายจากผักกะหล่ำปลีดองตามลำดับ
9. ทำการเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้จากสารละลายผักดองทั้ง 3 ชนิด



9. แผนปฏิบัติงาน

วัน เดือน ปี	เวลา	การปฏิบัติงาน
1 มกราคม 34	8.00-12.00	เริ่มคองฝึก
2 มกราคม 34	8.00-11.00	ใส่น้ำผสมน้ำมะพร้าวลงในฝักคองปล่อยทิ้งไว้ 7 วัน
3 มกราคม 34	8.00-10.00	ทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าจากฝักคองทิ้ง 3 ชนิด
4 มกราคม 34	11.00-12.00	ร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลอง

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถผลิตเซลล์ไฟฟ้าได้
2. นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ทำให้นาฬิกาเดิน
3. นำไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

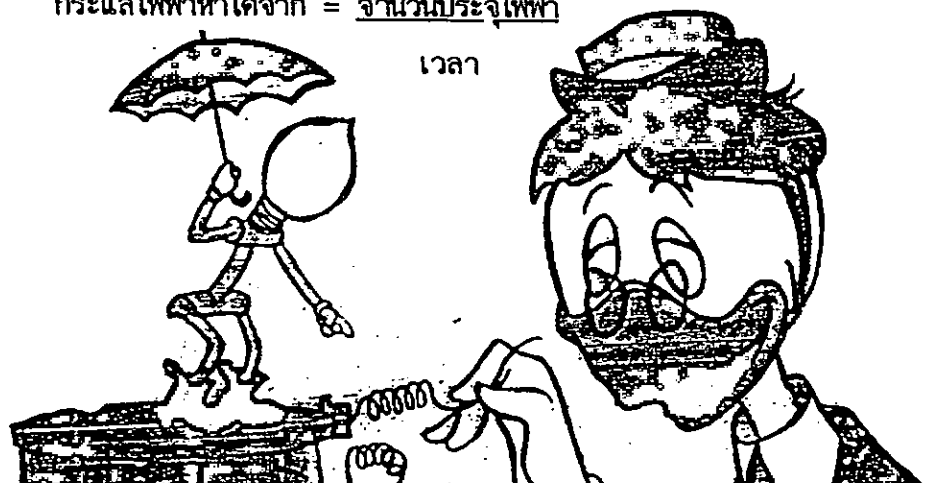
11. เอกสารอ้างอิง

กระแสไฟฟ้า (electric current)

กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในตัวนำต่อหนึ่งหน่วยเวลา อาจเป็นการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในวัสดุตัวนำที่เป็นของแข็ง หรือเป็นการเคลื่อนที่ของประจุลบจากไอออนลบ และประจุบวกจากไอออนบวก ในสารละลายหรือก๊าซได้ กระแสไฟฟ้างกล่าวเป็นกระแสสมมติ ซึ่งสมมติให้ไหลจากขั้วดีไฟฟ้าสูงไปยังขั้วดีไฟฟ้าต่ำ ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับการไหลของประจุลบ หรืออิเล็กตรอนนั่นเอง

นักวิทยาศาสตร์กำหนดให้กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ และอี.เอ็ม.ยู แอมแปร์เป็นหน่วยที่ใช้วัดกันในทางปฏิบัติ ส่วน อี.เอ็ม.ยู เป็นหน่วยที่ใช้ในทางทฤษฎี กระแสไฟฟ้า 1 อี.เอ็ม.ยู มีค่าเป็น 10 เท่าของกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์

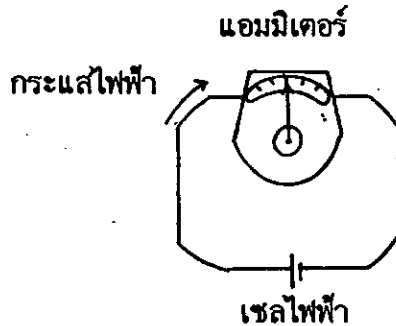
กระแสไฟฟ้าหาได้จาก = $\frac{\text{จำนวนประจุไฟฟ้า}}{\text{เวลา}}$



แอมมิเตอร์ (Ammeter)

แอมมิเตอร์แบ่งเชลบนหน้าปัดให้อ่านค่ากระแสไฟฟ้าได้เป็นแอมแปร์ การแบ่งสเกลทำได้โดยปล่อยกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน ซึ่งรู้ค่าแน่นอนผ่านเข้าในกล้านอมิเตอร์จากค่าน้อยไปสู่ค่ามากตามลำดับ แต่ครั้งที่ผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไป เข็มเบนไปอยู่ที่ใดก็ขีดเส้นไว้บนหน้าปัดและเขียนตัวเลขแสดงค่ากระแไฟฟ้าที่นั่นคิดไว้ที่ขีด ทำเช่นนี้จนได้สเกลซึ่งอ่านค่าเป็นแอมแปร์ได้เต็มหน้าปัด กล้านอมิเตอร์ก็กลายเป็นแอมมิเตอร์ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้โดยตรง

วิธีการใช้แอมมิเตอร์เมื่อจะวัดกระแสไฟฟ้า จะต้องนำแอมมิเตอร์ต่อเป็นแบบอนุกรม ขกเข้าไว้ในวงจรดังรูป



คุณสมบัติของแอมมิเตอร์ที่สำคัญต้องมีความต้านทานน้อย ทั้งนี้เพื่อให้กระแสไฟฟ้าที่วัดมีค่าเปลี่ยนไปมาก ถ้าแอมมิเตอร์มีค่าความต้านทานมากเมื่อวัดกระแสไฟฟ้าวงจรใดความต้านทานของแอมมิเตอร์จะกลายเป็นส่วนหนึ่งของวงจรนั้น ทำให้ความต้านทานของวงจรที่วัดมีค่ามากขึ้น กระแสไฟฟ้าในวงจรก็จะมีค่าลดลงจากเดิมมาก ทำให้ค่าที่วัดได้น้อยจากที่เป็นจริงมาก ถ้าแอมมิเตอร์มีค่าความต้านทานน้อย ค่าของกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จะผิดไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

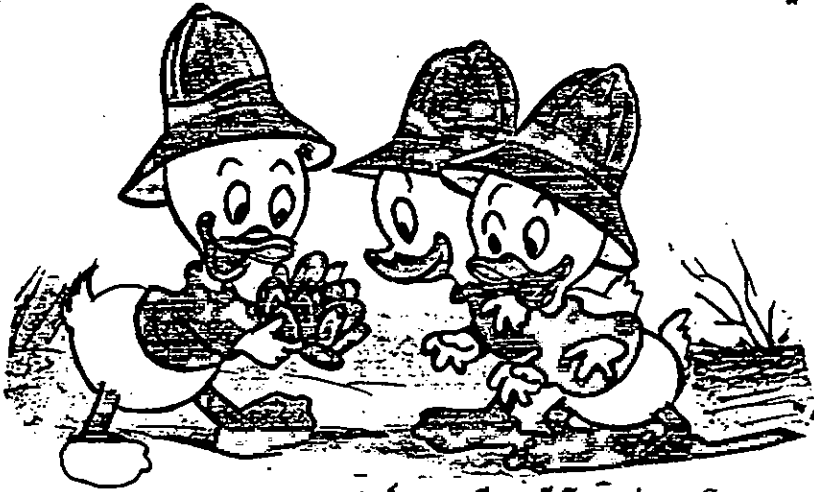
การคองפקแบบเปรี้ยว

การคองפקแบบเปรี้ยว มีวิธีการคือใช้ผักคลุกกับเกลือปน โดยใช้เกลือร้อยละ 3-5 ของน้ำหนักผัก น้ำจะถูกดึงออกจากผักด้วยแรงดันออสโมซิส มาละลายเกลือ เหมาะกับผักที่มีน้ำมาก เช่น ผักกาด ผักคะน้า ผักกะหล่ำปลี เป็นต้น รสเปรี้ยวของผักคองเกิดจากการดแลคติก ที่ได้มาจากการหมัก ภาชนะสำหรับคองผักควรเป็นแก้วหรือหม้อเคลือบไม่มีสีไม่มีรอยกระเพาะไม่ควรใช้ภาชนะเหล็ก ทองเหลือง ทองแดง เพราะกรดจะทำปฏิกิริยากับโลหะเหล่านั้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการคองเปรี้ยว ประมาณ 21-24 องศาเซลเซียส

การใส่น้ำมะพร้าวหรือน้ำข้าวขาวช่วยให้เกิดรสเปรี้ยวจัด และเปรี้ยวเร็ว โดยใส่น้ำมะพร้าว 1/4 ถ้วยต่อน้ำ 6 ถ้วย หรือน้ำข้าวขาว 1/4 ถ้วยต่อน้ำ 6 ถ้วยเช่นกัน

บทนำกิจกรรม

ผลไม้บางชนิดมีรสเปรี้ยวเช่นเดียวกับผักคอง จึงน่าจะนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้ จากอุปกรณ์บนโต๊ะนี้นักเรียนสามารถเลือกมาทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ หรือจะใช้ทั้งหมดก็ได้ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหัวข้อการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองโดยคิดหัวข้อง่าย ๆ ที่ลงมือปฏิบัติเสร็จภายในเวลา 1 ชั่วโมง แล้วเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแบบฟอร์ม จากนั้นจึงลงมือปฏิบัติและสรุปผลการทดลองด้วย



ระดมกำลังสมองซิครับ

ว่าจะทำโครงงานเรื่องอะไรกันดี

แบบฟอร์มการเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์

1. ชื่อโครงงาน _____

2. ชื่อผู้ทำโครงงาน 1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

3. ชื่อที่ปรึกษาโครงงาน _____

4. ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. _____

2. _____

3. _____

6. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. _____

2. _____

3. _____

7. ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

1. ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ

2. ตัวแปรตาม

3. ตัวแปรที่ต้องควบคุม

8. วิธีดำเนินงาน

8.1 อุปกรณ์และสารเคมี

8.2 วิธีการทดลอง

9. แผนปฏิบัติงาน (ระยะเวลาในการดำเนินงาน)

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

11. เอกสารอ้างอิง

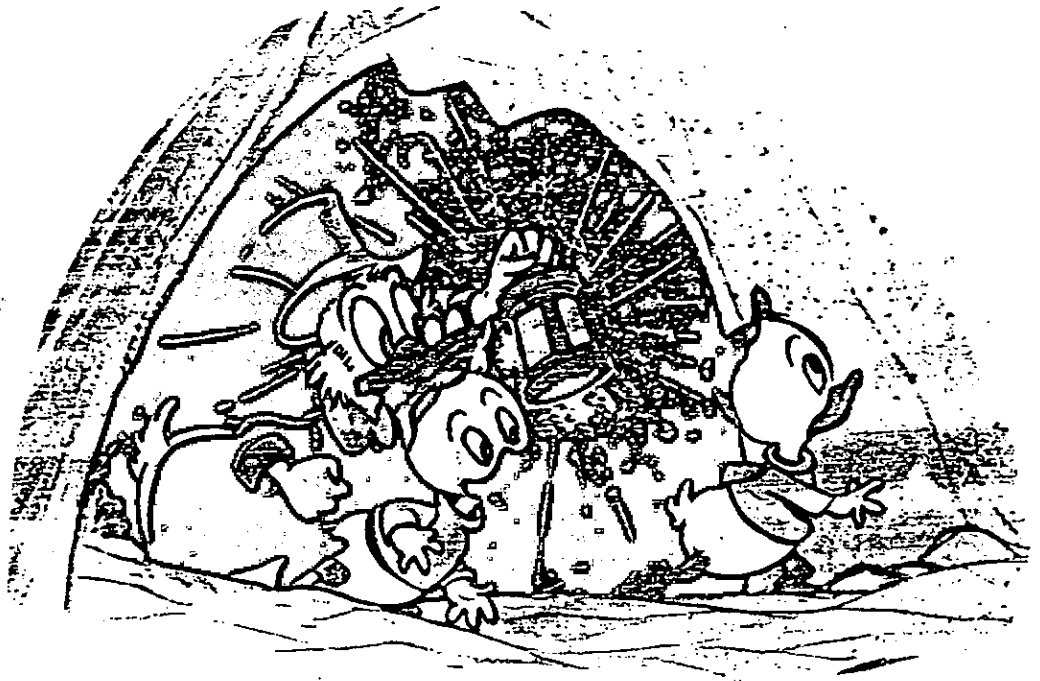
นักเรียนจะต้องมีความรู้ในรายละเอียดเรื่อง

เมื่อนักเรียนได้เขียนเค้าโครงย่อการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันลงมือปฏิบัติการทดลองตามวิธีการทดลองที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ ก่อนที่นักเรียนจะทำการทดลองให้นักเรียนเตรียมทำตารางบันทึกผลการทดลองไว้ด้วยนะครับ เมื่อเสร็จแล้วจึงเริ่มทำการทดลองได้เลย

ตารางบันทึกผลการทดลอง

[illegible]

สรุปผลการทดลอง



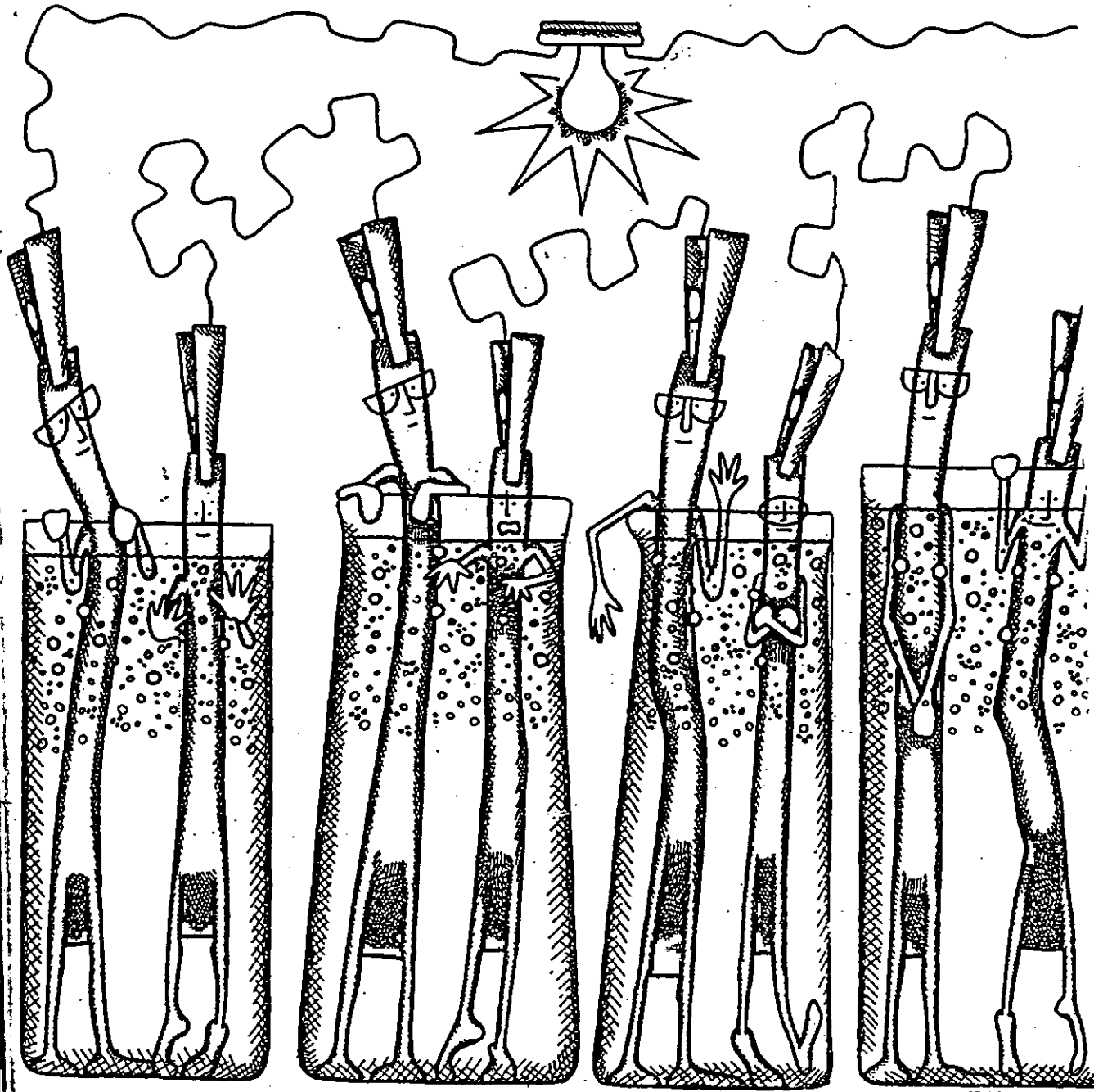
พบทางออกแล้วใช่ไหมครับ ไม่ยากเลยนะ

ตัวอย่างชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับครู

ชุดกิจกรรมสำหรับครู

กิจกรรมที่ 2

การฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง



ชุดกิจกรรมสำหรับครู

กิจกรรมที่ 2 การฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง

คำชี้แจง กิจกรรมนี้จัดขึ้นเพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกคิดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง ฝึกเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง ฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองอย่างง่าย และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงขั้นตอนการทำกิจกรรม และเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจขั้นตอนของกิจกรรม นอกจากนี้ครูควรศึกษาชุดกิจกรรม และเตรียมอุปกรณ์ล่วงหน้าให้พร้อมเพียง

จุดมุ่งหมาย เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. หาหัวข้อในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองได้อย่างน้อย 1 หัวข้อ
2. เขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองได้
3. ทดลองทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองอย่างง่ายได้

เวลาที่ใช้ ใช้เวลา 2 คาบ (100 นาที)

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมีและอุปกรณ์	จำนวนต่อกลุ่ม
1. น้ำมะนาว	50 cm ³
2. น้ำมะกรูด	50 cm ³
3. น้ำส้มเชียวหวาน	50 cm ³
4. น้ำส้มโอ	1/2 ลูก
5. แผ่นทองแดง ขนาด 2 x 10 เซนติเมตร	1 แผ่น
6. แผ่นสังกะสี ขนาด 2 x 10 เซนติเมตร	1 แผ่น
7. แผ่นดีบุก ขนาด 2 x 10 เซนติเมตร	1 แผ่น
8. แผ่นตะกั่ว ขนาด 2 x 10 เซนติเมตร	1 แผ่น
9. แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
10. สายไฟพร้อมคีมคีบ	2 เส้น
11. บีกเกอร์ ขนาด 100 cm ³	4 ใบ
12. หลอดฉีดยา ขนาด 50 cm ³	1 อัน

2. ทบทวนกิจกรรมที่ 1 และทบทวนเรื่องการใช้แอมมิเตอร์

ขั้นนำ (5 นาที)

ครูชี้แจงถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง และกล่าวถึงความสำคัญ ประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากกิจกรรม พร้อมทั้งสอบถามเกี่ยวกับข้อสงสัยในกิจกรรมที่ 1 และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามถึงข้อสงสัยในระหว่างที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมที่ 2 ได้

กิจกรรม

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม จำนวน 8 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน
2. ครูแจกชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนกิจกรรมที่ 2 ให้กับนักเรียนทุกคน และเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจขั้นตอนของกิจกรรม
3. นักเรียนแต่ละคนศึกษารายละเอียดในเนื้อหาซึ่งประกอบไปด้วยความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง และตัวอย่างเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง (30 นาที)
4. เมื่อนักเรียนอ่านรายละเอียดในเนื้อหาแล้ว ให้นักเรียนอ่านบทนำของกิจกรรม และสำรวจอุปกรณ์ที่ครูจัดไว้ให้บนโต๊ะ (5 นาที)
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง และออกแบบการทดลอง โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ให้ และอาจใช้อุปกรณ์ทั้งหมดหรือบางส่วนก็ได้ (15 นาที)
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง อย่างง่ายตามแบบฟอร์มที่กำหนดให้ (30 นาที)
7. เมื่อนักเรียนเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์เสร็จแล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ในเค้าโครง (20 นาที) เสร็จแล้วให้ครูรับชุดกิจกรรมจากนักเรียนเพื่อทำการตรวจ

เนื้อหา

ความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง

โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง เป็นโครงงานที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีต่ออีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องการศึกษาโดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งโครงงานที่จะจัดเป็นโครงงานประเภททดลองได้ จะต้องเป็นโครงงานที่มีการจัดกระทำกับตัวแปรต้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าตัวแปรอิสระ มีการวัดตัวแปรตามและควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการศึกษา โดยทั่ว ๆ ไปขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงานประเภทนี้จะประกอบด้วยกำหนดยุทธศาสตร์ (หรือหาหัวข้อ) การตั้งจุดประสงค์หรือสมมติฐานการออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปรผลและการสรุปผล

โครงงานประเภทนี้ทำได้กว้างขวางหลายแนวทางมาก ตัวอย่างเช่น โครงงานเรื่อง "การศึกษาผลของความเข้มข้นของฮอริโมน NAA ที่มีต่อการงอกของกิ่งกุหลาบชำ" ซึ่งในที่นี้ผู้ทำโครงงานมีจุดประสงค์ที่จะศึกษาว่าฮอริโมน NAA ที่มีความเข้มข้นระดับใดจะกระตุ้นการงอกรากของกิ่งกุหลาบชำได้ดีที่สุด โดยมีสมมติฐานว่า ความเข้มข้นของฮอริโมน NAA ที่ระดับ 1000ppm จะให้ผลสูงสุดต่อการงอกรากของกิ่งชำกุหลาบ จึงได้ออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีจุ่มกิ่งกุหลาบพันธุ์เดียวกันที่มีขนาดความสมบูรณ์และตัดกิ่งในลักษณะเหมือนกันลงในฮอริโมน NAA ที่มีความเข้มข้นต่างกันคือ 0 ppm (ถือเป็นชุดควบคุม) 500 ppm, 1000 ppm และ 1500 ppm จากนั้นจึงนำกิ่งชำไว้ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ใช้วัสดุในการปักชำเหมือนกันแล้วจึงวัดปริมาณรากที่งอกเพื่อนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบและตรวจกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากตัวอย่างเรื่องนี้ ผู้ทำโครงงานได้จัดหรือกำหนดตัวแปรต่าง ๆ กล่าวคือ

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ : ความเข้มข้นของฮอริโมน NAA ที่ระดับต่าง ๆ

ตัวแปรตาม : ปริมาณรากของกิ่งชำ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม : พันธุ์กุหลาบ ขนาดและความสมบูรณ์ของกิ่ง ลักษณะการตัดกิ่ง ปริมาณน้ำ ปริมาณปุ๋ย วัสดุที่ใช้ในการปักชำ และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่นอุณหภูมิ แสงสว่าง เป็นต้น

โครงการประเภททดลองนี้สามารถค้นคว้าศึกษาได้อย่างกว้างขวางเพราะสามารถเลือกตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่จะศึกษาได้อย่างมากมาย เช่นในเรื่องเกี่ยวกับการงอกของรากของกิ่งกุหลาบชำ ที่ยกตัวอย่างมาแล้วนี้ อาจกำหนดหรือศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ได้อีกมาก เช่น ชนิดของฮอร์โมน ชนิดของพืช ชนิดของวัสดุที่ใช้ชำ ลักษณะการตัดกิ่งชำ เช่น การตัดตรง ปาดโคนกิ่งเอียง 45 องศา ปาดโคนกิ่งเอียง 45 องศาเข้าหากันทั้งสองด้าน

ตัวอย่างโครงการงานประ เภททดลอง

ชื่อเรื่อง	ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรตาม
การเปรียบเทียบผลของสารเคมีที่มีต่อพัฒนาการทางกายและการเจริญเติบโตของหนุขาว	ชนิดของสารเคมีที่ให้หนูกิน	พัฒนาการทางกายและการเจริญเติบโตของหนูขาว
การศึกษาเปรียบเทียบวิธีวัดค่า g	วิธีวัดค่า g	ค่า g ที่วัดได้
การศึกษาผลของความเข้มข้นของผงซักฟอกที่มีต่ออัตราการอยู่รอดของลูกปลาหางนกยูง	ความเข้มข้นของผงซักฟอก	จำนวนปลาหางนกยูงที่เหลือในแต่ละช่วงเวลา
ผลของความเข้มข้นของแสงที่มีต่อการสลายตัวของวิตามินซี	ความเข้มข้นของแสง	การสลายตัวของวิตามินซี
การสกัดไฮโดรคาร์บอนจากพืชด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน	วิธีการสกัดไฮโดรคาร์บอน	ปริมาณไฮโดรคาร์บอนที่ได้

การทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่อง และมีการดำเนินงานหลายขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นสุดท้ายดังนี้

1. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงการ
4. การลงมือทำโครงการ
5. การเขียนรายงาน
6. การแสดงผลงาน

ตัวอย่างการเขียนเค้าโครงย่อของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง

1.ชื่อโครงการ การเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าจากผักตบชวาชนิดต่าง ๆ

2.ชื่อผู้ทำโครงการ

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

3.ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

1. _____
2. _____

4.ที่มาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์ต้องการศึกษาหาความรู้อยู่ตลอดเวลา และมีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เป็นประโยชน์เรียกว่า "เทคโนโลยี" เพื่อเพิ่มคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้สภาพชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปมาก มีเครื่องอำนวยความสะดวกมากมาย เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ มีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งต่าง ๆ เช่น พลังน้ำตก พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ขณะผู้จัดทำโครงการต้องการที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นซึ่งพบว่ามีเศษผักตบชวาถูกทิ้งมากมายจากตลาดนัดใกล้โรงเรียน และจากแปลงเพาะปลูกของผลงานเกษตรโรงเรียน จึงนำเศษผักตบชวาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระแสไฟฟ้า

5.จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าจากผักตบชวาทั้ง 3 ชนิดคือ ผักกาดคอง ผักคะน้าคอง และผักกะหล่ำปลีคอง

6.สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

ผักตบชวาชนิดกันจะให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าแตกต่างกัน

7.ตัวแปรที่ต้องการศึกษา ตัวแปรที่ต้องการศึกษามี 3 ประเภทคือ

1. ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ ได้แก่ชนิดของผักคอง คือ
 - ผักกาดคอง
 - ผักคะน้าคอง
 - ผักกะหล่ำปลีคอง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ปริมาณกระแสไฟฟ้า
3. ตัวแปรที่ต้องการควบคุม ได้แก่
 - ปริมาณของสารในผักคอง
 - ปริมาณของสารละลายจากผักคอง
 - ระยะเวลาที่ทำการทดลอง
 - ช่วงเวลาที่ทำการวัดตัวแปร
 - ขนาดของแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสี
 - สิ่งแวดล้อม

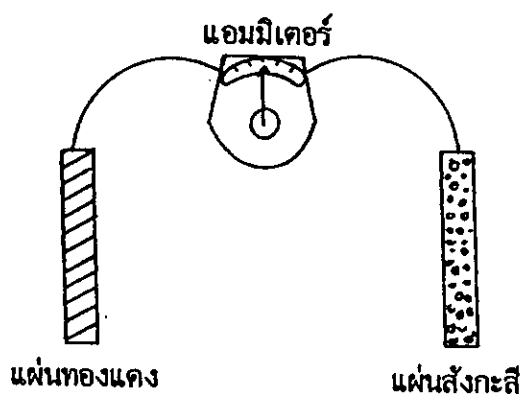
8.วิธีดำเนินงาน

8.1 อุปกรณ์และสารเคมี

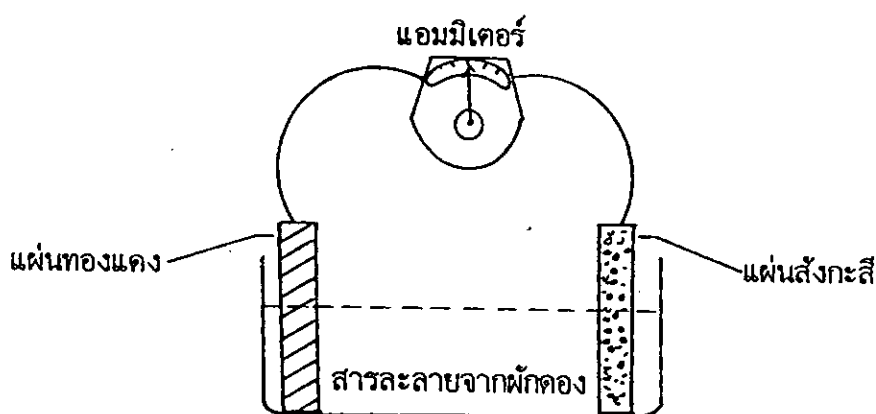
1. ผักกาด ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลี อย่างละ 1 กิโลกรัม
2. เกลือป่น 120 กรัม
3. น้ำมะพร้าว 2 ลิตร
4. น้ำสะยาค 2 ลิตร
5. แผ่นทองแดงขนาด 2×10 เซนติเมตร 3 แผ่น
6. แผ่นสังกะสีขนาด 2×10 เซนติเมตร 3 แผ่น
7. แท่งแก้ว 3 แท่ง
8. สายไฟพร้อมตัวหนีบ 3 ชุด
9. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 3 ใบ
10. หลอดฉีดยาขนาด 50 cm^3 3 หลอด
11. ผ้ายกรอง 3 ชิ้น
12. ขวดโหล 3 ใบ
13. แอมมิเตอร์ 3 เครื่อง

8.2 วิธีการทดลอง

1. นำผักกาด ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลีมาอย่างละ 1 กิโลกรัม ล้างน้ำให้สะอาด แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปผึ่งแดดนาน 1-2 ชั่วโมง แล้วจึงทำตามข้อ 2
2. ใส่เกลือป่น 40 กรัมผสมกับผักแต่ละชนิดคลุกเคล้าให้เข้ากัน
3. นำผักที่ได้จากข้อ 2 มาอัดใส่โหลให้แน่น โดยแยกใส่โหล โหลหนึ่งใส่ผักชนิดเดียว เก็บทิ้งไว้ 1 คืนจึงทำตามข้อ 4
4. นำน้ำมา 500 cm^3 ผสมกับน้ำมะพร้าว 500 cm^3 แล้วใส่ลงในโหล ผักคองแต่ละชนิดให้ท่วมผัก ปิดฝาให้แน่นทิ้งไว้ 1 คืน
5. เมื่อครบ 7 วันแล้วนำหลอดชนิดขมามาดูดสารละลายจากผักคองแต่ละชนิดจำนวน 80 cm^3 ใส่ลงในบีกเกอร์แยกจากกัน
6. ต่อสายไฟเข้ากับแอมมิเตอร์ อีกข้างหนึ่งต่อเข้ากับแผ่นสังกะสีและแผ่นทองแดง ดังภาพ



7. จุ่มแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีจากข้อ 6 ลงในผักคองทิ้งไว้ 2 นาที อ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์ แล้วบันทึกไว้
8. ทำการวัดกระแสไฟฟ้าเช่นเดียวกับในข้อ 7 ซ้ำกัน 5 ครั้ง บันทึกผล แล้วทำการวัดกระแสไฟฟ้าจากผักคะน้าคอง และสารละลายจากผักกะหล่ำปลีคองตามลำดับ
9. ทำการเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้จากสารละลายผักคองทั้ง 3 ชนิด



9. แผนปฏิบัติงาน

วัน เดือน ปี	เวลา	การปฏิบัติงาน
1 มกราคม 34	8.00-12.00	เริ่มคองפק
2 มกราคม 34	8.00-11.00	ใส่น้ำผสมน้ำมะพร้าวลงในผักคองปล่อยทิ้งไว้ 7 วัน
3 มกราคม 34	8.00-10.00	ทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าจากผักคองทั้ง 3 ชนิด
4 มกราคม 34	11.00-12.00	ร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลอง

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถผลิตเซลล์ไฟฟ้าได้
2. นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ทำให้นาฬิกาเดิน
3. นำไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

11. เอกสารอ้างอิง

กระแสไฟฟ้า (electric current)

กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในตัวนำต่อหนึ่งหน่วยเวลา อาจเป็นการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในวัสดุตัวนำที่เป็นของแข็ง หรือเป็นการเคลื่อนที่ของประจุลบจากไอออนลบ และประจุบวกจากไอออนบวก ในสารละลายหรือก๊าซได้ กระแสไฟฟ้างกล่าวว่าเป็นกระแสสมมติ ซึ่งสมมติให้ไหลจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับการไหลของประจุลบ หรืออิเล็กตรอนนั่นเอง

นักวิทยาศาสตร์กำหนดให้กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ และอี.เอ็ม.ยู แอมแปร์เป็นหน่วยที่ใช้วัดกันในทางปฏิบัติ ส่วน อี.เอ็ม.ยู เป็นหน่วยที่ใช้ในทางทฤษฎี กระแสไฟฟ้า

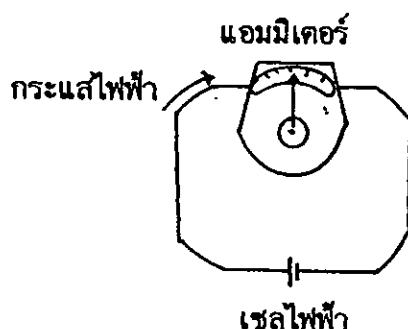
1 อี.เอ็ม.ยู มีค่าเป็น 10 เท่าของกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์

$$\text{กระแสไฟฟ้าหาได้จาก} = \frac{\text{จำนวนประจุไฟฟ้า}}{\text{เวลา}}$$

แอมมิเตอร์ (Ammeter)

แอมมิเตอร์แบ่งเชลบนหน้าปัดให้อ่านค่ากระแสไฟฟ้าได้เป็นแอมแปร์ การแบ่งสเกลทำได้โดยปล่อยกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน ซึ่งรู้ค่าแน่นอนผ่านเข้าในกลวงอิมิตอร์จากค่าน้อยไปสู่ค่ามากตามลำดับ แต่ครั้งที่ผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไป เข็มเบนไปอยู่ที่ใดก็ขีดเส้นไว้บนหน้าปัดและเขียนตัวเลขแสดงค่ากระแสดังนั้นคิดไว้ที่ขีด ทำเช่นนี้จนได้สเกลซึ่งอ่านค่าเป็นแอมแปร์ได้เต็มหน้าปัด กลวงอิมิตอร์ก็กลายเป็นแอมมิเตอร์ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้โดยตรง

วิธีการใช้แอมมิเตอร์เมื่อจะวัดกระแสไฟฟ้า จะต้องนำแอมมิเตอร์ต่อเป็นแบบอนุกรม ทดกเข้าไว้ในวงจรดังรูป



คุณสมบัติของแอมมิเตอร์ที่สำคัญต้องมีความต้านทานน้อย ทั้งนี้เพื่อให้กระแสไฟฟ้าที่วัดมีค่าเปลี่ยนไปมาก ถ้าแอมมิเตอร์มีค่าความต้านทานมากเมื่อวัดกระแสไฟฟ้าวงจรใดความต้านทานของแอมมิเตอร์จะกลายเป็นส่วนหนึ่งของวงจรมัน ทำให้ความต้านทานของวงจรที่วัดมีค่ามากขึ้น กระแสไฟฟ้าในวงจรก็จะมีค่าลดลงจากเดิมมาก ทำให้ค่าที่วัดได้น้อยจากที่เป็นจริงมาก ถ้าแอมมิเตอร์มีค่าความต้านทานน้อย ค่าของกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จะผิดไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

การดองผักแบบเปรี้ยว

การดองผักแบบเปรี้ยว มีวิธีการคือใช้ผักคลุกกับเกลือปน โดยใช้เกลือร้อยละ 3-5 ของน้ำหนักผัก น้ำจะถูกดึงออกจากผักด้วยแรงดันออสโมซิส มาละลายเกลือ เหมาะกับผักที่มีน้ำมาก เช่น ผักกาด ผักคะน้า ผักกะหล่ำปลี เป็นต้น รสเปรี้ยวของผักดองเกิดจากการดแลคติก ที่ได้มาจากการหมัก ภาชนะสำหรับดองผักควรเป็นแก้วหรือหม้อเคลือบไม่มีสีไม่มีรอยกระเพาะไม่ควรใช้ภาชนะเหล็ก ทองเหลือง ทองแดง เพราะกรดจะทำปฏิกิริยากับโลหะเหล่านั้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการดองเปรี้ยว ประมาณ 21-24 องศาเซลเซียส

การใส่น้ำมะพร้าวหรือน้ำซาวข้าวช่วยให้เกิดรสเปรี้ยวจัด และเปรี้ยวเร็ว โดยใส่น้ำมะพร้าว 1/4 ถ้วยต่อน้ำ 6 ถ้วย หรือน้ำซาวข้าว 1/4 ถ้วยต่อน้ำ 6 ถ้วยเช่นกัน

5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. _____

2. _____

3. _____

6. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. _____

2. _____

3. _____

7. ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

1. ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ

2. ตัวแปรตาม

3. ตัวแปรที่ต้องควบคุม

8. วิธีดำเนินงาน

8.1 อุปกรณ์และสารเคมี

8.2 วิธีการทดลอง

9. แผนปฏิบัติงาน (ระยะเวลาในการดำเนินงาน)

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

[illegible]

11. เอกสารอ้างอิง

นักเรียนจะต้องมีความรู้ในรายละเอียดเรื่อง

[illegible]

เมื่อนักเรียนได้เขียนเค้าโครงย่อการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันลงมือปฏิบัติการทดลองตามวิธีการทดลองที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ ก่อนที่นักเรียนจะทำการทดลองให้นักเรียนเตรียมทำตารางบันทึกผลการทดลองไว้ด้วยนะครับ เมื่อเสร็จแล้วจึงเริ่มทำการทดลองได้เลย

ตารางบันทึกผลการทดลอง

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

สรุปผลการทดลอง[illegible]

เฉลยเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์

การมองปัญหาหรือมองหัวข้อในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นเราสามารถมองได้หลายปัญหา ในกรณีที่จัดเตรียมอุปกรณ์มาให้ก็จะยกตัวอย่างเพียงปัญหาเดียว

1. ชื่อโครงงาน การเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้า น้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ

2. ชื่อผู้ทำโครงงาน

1. เด็กชายทวีศักดิ์	บุญแท้ (หัวหน้ากลุ่ม)
2. เด็กชายมานิตย์	อินทะ
3. เด็กหญิงสมทรง	สมพงษ์
4. เด็กหญิงวรรณภา	มาเรียง

3. ชื่อที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์กมล เฟื่องฟุ้ง

4. ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

กระแสไฟฟ้านับว่ามีความสำคัญต่อมนุษย์มาก ไม่ว่าเราจะทำอะไรจะต้องใช้พลังงานจากไฟฟ้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ เช่นการใช้ไฟฟ้า การใช้เครื่องคิดเลข การใช้พัดลม การใช้หม้อหุงข้าว เป็นต้น กระแสไฟฟ้าจึงมีประโยชน์มากมาย ในขณะเดียวกันการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานต่างๆ ก็กำลังมีราคาแพงมากขึ้นทุกทีเพราะพลังงานเหล่านี้นับวันจะหมดไป จึงมีราคาแพงขึ้นทุกขณะ การหาทางเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยวิธีอื่นๆ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษา ผลไม้เป็นวัตถุดิบที่มีมากในประเทศไทยเรามีหลายชนิดที่มีรสเปรี้ยวและมีคุณสมบัติเป็นกรด คณะผู้จัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์จึงคิดที่จะนำมากำหนดเซลล์ไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าอีกรูปแบบหนึ่ง

5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อผลิตเซลล์ไฟฟ้าจากน้ำผลไม้
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้า น้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ

6. สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. น้ำผลไม้สามารถผลิตเซลล์ไฟฟ้าได้
2. น้ำผลไม้ต่างชนิดกันให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าแตกต่างกัน

7. ตัวแปรที่ต้องการศึกษาค้นคว้า

1. ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ
 - น้ำมะนาว
 - น้ำมะกรูด
 - น้ำส้มเขียวหวาน
 - น้ำส้มโอ

2. ตัวแปรตาม
 - ปริมาณกระแสไฟฟ้า
3. ตัวแปรที่ต้องควบคุม
 - ปริมาณน้ำผลไม้
 - ขนาดของแผ่นโลหะ
 - จำนวนเซลล์ไฟฟ้า
 - ระยะเวลาที่ทำการทดลอง
 - ช่วงเวลาที่ทำการวัดตัวแปร

8. วิธีดำเนินงาน

8.1 สารเคมีและอุปกรณ์

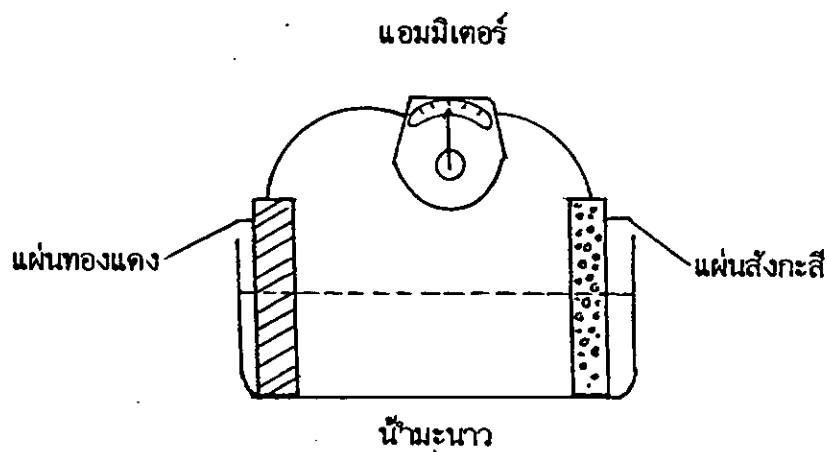
1. น้ำมะนาว น้ำมะกรูด น้ำส้มเขียวหวาน น้ำส้มโอ อย่างละ 50 cm³
2. แผ่นทองแดงขนาด 2 x 10 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น
3. แผ่นสังกะสีขนาด 2 x 10 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น
4. สายไฟพร้อมคีมคีบ 2 เส้น
5. แอมมิเตอร์ 1 เครื่อง
6. นาฬิกา 1 เรือน
7. ปิกเกอร์ขนาด 100 cm³ จำนวน 4 ใบ
8. ที่คั้นน้ำผลไม้ 1 อัน
9. หลอดฉีดยาขนาด 50 cm³ จำนวน 1 หลอด
10. ผ้ารอง 1 ผืน

8.2 วิธีทดลอง

1. นำผลไม้มา น้ำมะกรูด ส้มเขียวหวาน และส้มโอ มาคั้นแล้วกรองใส่ปิกเกอร์จำนวนอย่างละ 50 cm³ เขียนฉลากติดไว้แต่ละปิกเกอร์
2. ต่อลิหะทองแดงขนาด 2 x 10 เซนติเมตร และแผ่นสังกะสีขนาด 2 x 10 เซนติเมตร เข้ากับแอมมิเตอร์ ดังภาพ



3. จุ่มแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีในเบีกเกอร์ที่ใส่น้ำมะนาว ทิ้งไว้ 2 นาทีจึงอ่านค่า กระแสไฟฟ้า ดังภาพ



4. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 และ 3 โดยเปลี่ยนแผ่นสังกะสีและแผ่นทองแดงใหม่ และใช้น้ำมะกรูด น้ำส้มเขียวหวาน น้ำส้มโอ ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง

9. แผนปฏิบัติงาน

วัน เดือน ปี	เวลา	การปฏิบัติงาน
1 มกราคม 34	8.00-10.00	จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์
1 มกราคม 34	10.00-12.00	ทำการทดลอง
1 มกราคม 34	13.00-15.00	อภิปรายสรุปผล

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถผลิตเซลล์ไฟฟ้าจากน้ำผลไม้ได้
2. นำผลจากการทดลองไปคิดประดิษฐ์เซลล์ไฟฟ้าที่มีคุณภาพได้
3. นำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาขั้นสูงต่อไป

11. เอกสารอ้างอิง

นักเรียนจะต้องมีความรู้ในรายละเอียดเรื่อง

1. คุณสมบัติของน้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ
2. กระแสไฟฟ้า
3. แอมมิเตอร์
4. เซลล์ไฟฟ้า

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของผลไม้ จำนวน 50 cm ³	ปริมาณกระแสไฟฟ้า มิลลิแอมป์ (mA)
มะนาว	5
มะกรูด	6
ส้มเขียวหวาน	3
ส้มโอ	2

สรุปผลการทดลอง

1. น้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวสามารถสร้างเซลล์ไฟฟ้าได้
2. น้ำมะกรูดให้ปริมาณกระแสไฟฟ้ามากที่สุด รองลงมาคือมะนาว ส้มเขียวหวาน และ ส้มโอให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าน้อยที่สุด

การวัดผลประเมินผล

1. ตรวจจากการทำชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์
2. สังเกตจากการทำกิจกรรม

ตัวอย่างแผนการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์

แผนการสอน

ครั้งที่ 2 จำนวน 2 คาบ (100 นาที)

เรื่อง การศึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. หาหัวข้อในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองได้อย่างน้อย
1 หัวข้อ
2. เขียนเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองได้
3. ทดลองทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองอย่างง่ายได้

เนื้อหา

ความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง

โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง เป็นโครงงานที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีต่ออีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งโครงงานที่จะจัดเป็นโครงงานประเภททดลองได้ จะต้องเป็นโครงงานที่มีการจัดการกระทำกับตัวแปรต้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าตัวแปรอิสระ มีการวัดตัวแปรตามและควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการศึกษา โดยทั่ว ๆ ไปขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงานประเภทนี้จะประกอบด้วย การกำหนดปัญหา (หรือหาหัวข้อ) การตั้งจุดประสงค์หรือสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปรผลและการสรุปผล

โครงงานประเภทนี้ทำได้กว้างขวางหลายแนวทางมาก ตัวอย่างเช่น โครงงานเรื่อง "การศึกษาผลของความเข้มข้นของฮอริโมน NAA ที่มีต่อการงอกของกิ่งกุหลาบชา" ซึ่งในที่นี้ผู้ทำโครงงานมีจุดประสงค์ที่จะศึกษาว่าฮอริโมน NAA ที่มีความเข้มข้นระดับใดจะกระตุ้นการงอกรากของกิ่งกุหลาบชาได้ดีที่สุด โดยมีสมมติฐานว่า ความเข้มข้นของฮอริโมน NAA ที่ระดับ 1000 ppm จะให้ผลสูงสุดต่อการงอกรากของกิ่งกุหลาบชา จึงได้ออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีจุ่มกิ่งกุหลาบพันธุ์เดียวกันที่มีขนาดความสมบูรณ์และตัดกิ่งในลักษณะเหมือนกันลงในฮอริโมน NAA ที่มีความเข้มข้นต่างกันคือ 0 ppm (ถือเป็นชุดควบคุม) 500 ppm , 1000 ppm และ 1500 ppm จากนั้นจึงนำกิ่งชาไว้ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ใช้วัสดุในการปักชำเหมือนกันแล้วจึงวัดปริมาณรากที่งอกเพื่อนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบและตรวจกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากตัวอย่างเรื่องนี้ ผู้ทำโครงงานได้จัดหรือกำหนดตัวแปรต่าง ๆ กล่าวคือตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ : ความเข้มข้นของฮอริโมน NAA ที่ระดับต่าง ๆ

ตัวแปรตาม : ปริมาณรากของกิ่งชา

ตัวแปรที่ต้องควบคุม : พันธุ์กุหลาบ ขนาดและความสมบูรณ์ของกิ่ง ลักษณะการตัดกิ่ง ปริมาณน้ำ ปริมาณปุ๋ย วัสดุที่ใช้ในการปักชำ และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ แสงสว่าง เป็นต้น

โครงการประเภททดลองนี้สามารถค้นคว้าศึกษาได้อย่างกว้างขวางเพราะสามารถเลือกตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่จะศึกษาได้อย่างมากมาย เช่นในเรื่องเกี่ยวกับการงอกของรากของกิ่งกุหลาบชำ ที่ยกตัวอย่างมาแล้วนี้ อาจกำหนดหรือศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ได้อีกมาก เช่นชนิดของฮอร์โมน ชนิดของพืช ชนิดของวัสดุที่ใช้ชำ ลักษณะการตัดกิ่งชำ เช่น การตัดตรง ปาดโคนกิ่งเอียง 45 องศา ปาดโคนกิ่งเอียง 45 องศาเข้าหากันทั้งสองด้าน

ตัวอย่างโครงการงานประ เภททดลอง

ชื่อเรื่อง	ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรตาม
การเปรียบเทียบผลของสารเคมีที่มีต่อพัฒนาการทางกายและการเจริญเติบโตของหนุขาว	ชนิดของสารเคมีที่ให้หนูกิน	พัฒนาการทางกายและการเจริญเติบโตของหนุขาว
การศึกษาเปรียบเทียบวิธีวัดค่า g	วิธีวัดค่า g	ค่า g ที่วัดได้
การศึกษาผลของความเข้มข้นของผงซักฟอกที่มีต่ออัตราการอยู่รอดของลูกปลาหางนกยูง	ความเข้มข้นของผงซักฟอก	จำนวนปลาหางนกยูงที่เหลือในแต่ละช่วงเวลา
ผลของความเข้มข้นของแสงที่มีต่อการสลายตัวของวิตามินซี	ความเข้มข้นของแสง	การสลายตัวของวิตามินซี
การสกัดไฮโดรคาร์บอนจากพืชด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน	วิธีการสกัดไฮโดรคาร์บอน	ปริมาณไฮโดรคาร์บอนที่ได้

การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่อง และมีการดำเนินงานหลายขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นสุดท้ายดังนี้

1. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการงาน
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงการงาน
4. การลงมือทำโครงการงาน
5. การเขียนรายงาน
6. การแสดงผลงาน

ตัวอย่างการ เขียน คำโครงย่อของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง

1.ชื่อโครงการ การเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าจากผักตบชวชนิดต่าง ๆ

2.ชื่อผู้ทำโครงการ 1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

3.ชื่อที่ปรึกษาโครงการ 1. _____
2. _____

4.ที่มาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์ต้องการศึกษาหาความรู้อยู่ตลอดเวลา และมีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เป็นประโยชน์เรียกว่า "เทคโนโลยี" เพื่อเพิ่มคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้สภาพชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปมาก มีเครื่องอำนวยความสะดวกมากมาย เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ มีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งต่าง ๆ เช่น พลังน้ำตก พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น คณะผู้จัดทำโครงการต้องการที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นซึ่งพบว่ามีเศษผักตบชวที่ถูกทิ้งมากมายจากตลาดนัดใกล้โรงเรียน และจากแปลงเพาะปลูกของผลงานเกษตรโรงเรียน จึงนำเศษผักตบชวมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระแสไฟฟ้า

5.จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าจากผักตบชวทั้ง 3 ชนิดคือ ผักกาดคอง ผักคะน้าคอง และผักกะหล่ำปลีคอง

6.สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

ผักตบชวต่างชนิดกันจะให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าแตกต่างกัน

7.ตัวแปรที่ต้องการศึกษา ตัวแปรที่ต้องการศึกษามี 3 ประเภทคือ

1. ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ ได้แก่ชนิดของผักตบชว คือ
 - ผักกาดคอง
 - ผักคะน้าคอง
 - ผักกะหล่ำปลีคอง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ปริมาณกระแสไฟฟ้า
3. ตัวแปรที่ต้องควบคุม ได้แก่
 - ปริมาณของสารในผักตบชว
 - ปริมาณของสารละลายจากผักตบชว
 - ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

- ช่วงเวลาที่ทำกรวัดตัวแปร
- ขนาดของแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสี
- สิ่งแวดล้อม

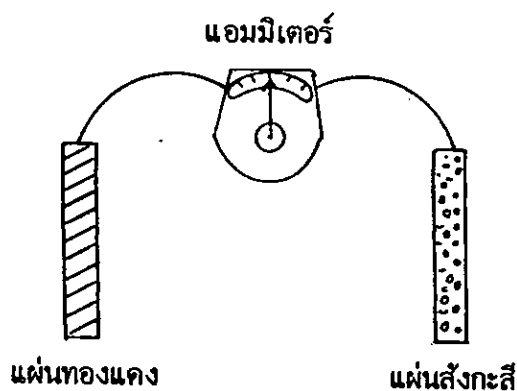
8. วิธีดำเนินงาน

8.1 อุปกรณ์และสารเคมี

1. ผักกาด ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลี อย่างละ 1 กิโลกรัม
2. เกลือป่น 120 กรัม
3. น้ำมะพร้าว 2 ลิตร
4. น้ำสะอาด 2 ลิตร
5. แผ่นทองแดงขนาด 2×10 เซนติเมตร 3 แผ่น
6. แผ่นสังกะสีขนาด 2×10 เซนติเมตร 3 แผ่น
7. แท่งแก้ว 3 แท่ง
8. สายไฟพร้อมตัวหนีบ 3 ชุด
9. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 3 ใบ
10. หลอดฉีดยาขนาด 50 cm^3 3 หลอด
11. ผักกรอง 3 ชิ้น
12. ขวดโหล 3 ใบ
13. แอมมิเตอร์ 3 เครื่อง

8.2 วิธีการทดลอง

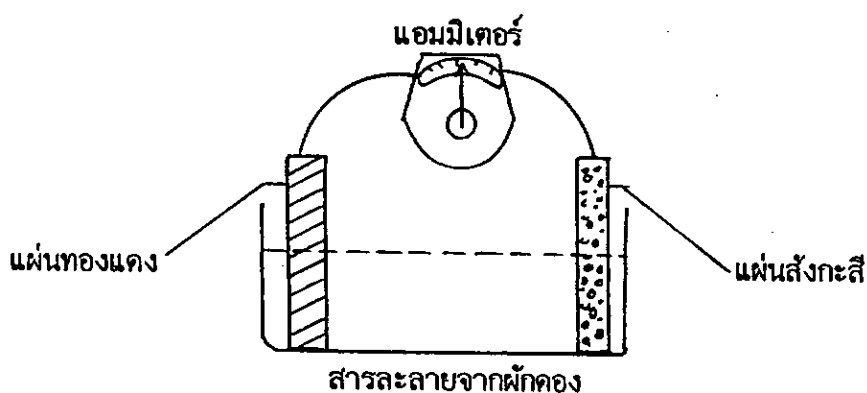
1. นำผักกาด ผักคะน้า และผักกะหล่ำปลีมาอย่างละ 1 กิโลกรัม ล้างน้ำให้สะอาด แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปผึ่งแดดนาน 1-2 ชั่วโมง แล้วจึงทำตามข้อ 2
2. ใส่เกลือป่น 40 กรัมผสมกับผักแต่ละชนิดคลุกเคล้าให้เข้ากัน
3. นำผักที่ได้จากข้อ 2 มาอัดใส่โหลให้แน่น โดยแยกใส่โหล โหลหนึ่งใส่ผักชนิดเดียว เก็บทิ้งไว้ 1 คืนจึงทำตามข้อ 4
4. นำน้ำมา 500 cm^3 ผสมกับน้ำมะพร้าว 500 cm^3 แล้วใส่ลงในโหล ผักคองแต่ละชนิดให้ท่วมผัก ปิดฝาให้แน่นทิ้งไว้ 1 คืน
5. เมื่อครบ 7 วันแล้วนำหลอดฉีดยามาดูดสารละลายจากผักคองแต่ละชนิดจำนวน 80 cm^3 ใส่ลงในบีกเกอร์แยกจากกัน
6. ต่อสายไฟเข้ากับแอมมิเตอร์ อีกข้างหนึ่งต่อเข้ากับแผ่นสังกะสีและแผ่นทองแดง ดังภาพ



7. จุ่มแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีจากข้อ 6 ลงในผักกาดดองทิ้งไว้ 2 นาที อ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์ แล้วบันทึกไว้

8. ทำการวัดกระแสไฟฟ้าเช่นเดียวกับในข้อ 7 ซ้ำกัน 5 ครั้ง บันทึกผล แล้วทำการวัดกระแสไฟฟ้าจากผักคะน้าดอง และสารละลายจากผักกะหล่ำปลีดองตามลำดับ

9. ทำการเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้จากสารละลายผักดองทั้ง 3 ชนิด



9. แผนปฏิบัติงาน

วัน เดือน ปี	เวลา	การปฏิบัติงาน
1 มกราคม 34	8.00-12.00	เริ่มดองผัก
2 มกราคม 34	8.00-11.00	ใส่น้ำผสมน้ำมะพร้าวลงในผักดองปล่อยทิ้งไว้ 7 วัน
3 มกราคม 34	8.00-10.00	ทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าจากผักดองทั้ง 3 ชนิด
4 มกราคม 34	11.00-12.00	ร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลอง

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถผลิตเซลล์ไฟฟ้าได้
2. นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ทำให้นาฬิกาเดิน
3. นำไปใช้ในการศึกษาขั้นสูงต่อไป

11. เอกสารอ้างอิง

กระแสไฟฟ้า (electric current)

กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในตัวนำต่อหนึ่งหน่วยเวลา อาจเป็นการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในวัสดุตัวนำที่เป็นของแข็ง หรือเป็นการเคลื่อนที่ของประจุลบจากไอออนลบ และประจุบวกจากไอออนบวก ในสารละลายหรือก๊าซได้ กระแสไฟฟ้าดังกล่าวเป็นกระแสสมมติ ซึ่งสมมติให้ไหลจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับการไหลของประจุลบ หรืออิเล็กตรอนนั่นเอง

นักวิทยาศาสตร์กำหนดให้กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ และอี.เอ็ม.ยู แอมแปร์เป็นหน่วยที่ใช้วัดกันในทางปฏิบัติ ส่วน อี.เอ็ม.ยู เป็นหน่วยที่ใช้ในทางทฤษฎี กระแสไฟฟ้า

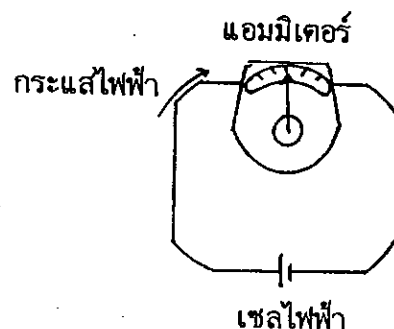
1 อี.เอ็ม.ยู มีค่าเป็น 10 เท่าของกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์

$$\text{กระแสไฟฟ้าหาได้จาก} = \frac{\text{จำนวนประจุไฟฟ้า}}{\text{เวลา}}$$

แอมมิเตอร์ (Ammeter)

แอมมิเตอร์แบ่งเชลบนหน้าปัดให้อ่านค่ากระแสไฟฟ้าได้เป็นแอมแปร์ การแบ่งสเกลทำได้โดยปล่อยกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน ซึ่งรู้ค่าแน่นอนผ่านเข้าไปในกลไกของแอมมิเตอร์จากค่าน้อยไปสู่ค่ามากตามลำดับ แต่แต่ละครั้งที่ผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไป เข็มเบนไปอยู่ที่ใดก็ขีดเส้นไว้บนหน้าปัดและเขียนตัวเลขแสดงค่ากระแสดังนั้นคิดไว้ที่ขีด ทำเช่นนี้จนได้สเกลซึ่งอ่านค่าเป็นแอมแปร์ได้เต็มหน้าปัด กลไกของแอมมิเตอร์ก็กลายเป็นแอมมิเตอร์ที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้โดยตรง

วิธีการใช้แอมมิเตอร์เมื่อจะวัดกระแสไฟฟ้า จะต้องนำแอมมิเตอร์ต่อเป็นแบบอนุกรมกับวงจรในวงจรดังรูป



คุณสมบัติของแอมมิเตอร์ที่สำคัญต้องมีความต้านทานน้อย ทั้งนี้เพื่อให้กระแสไฟฟ้าที่วัดมีค่าเปลี่ยนไปมาก ถ้าแอมมิเตอร์มีค่าความต้านทานมากเมื่อวัดกระแสไฟฟ้าวงจรใดความต้านทานของแอมมิเตอร์จะกลายเป็นส่วนหนึ่งของวงจรนั้น ทำให้ความต้านทานของวงจรที่วัดมีค่ามากขึ้นกระแสไฟฟ้าในวงจรก็จะมีค่าลดลงจากเดิมมาก ทำให้ค่าที่วัดได้น้อยจากที่เป็นจริงมาก ถ้าแอมมิเตอร์มีค่าความต้านทานน้อย ค่าของกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จะผิดไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

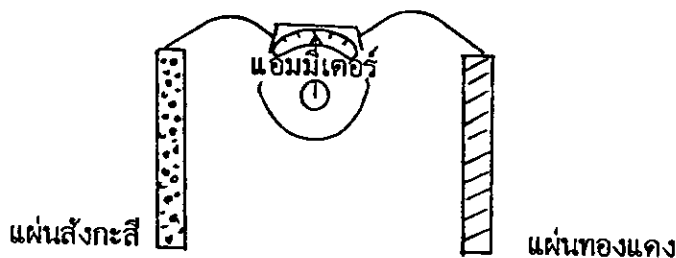
การคองפקแบบเปรี้ยว

การคองפקแบบเปรี้ยว มีวิธีการคือใช้פקคลุกกับเกลือปน โดยใช้เกลือร้อยละ 3-5 ของน้ำหนักפק น้ำจะถูกดึงออกจากפקด้วยแรงดันออสโมซิส มาละลายเกลือ เหมาะกับפקที่มีน้ำมาก เช่น พักภาค พักคะน้ำ พักคะหล่ำปลี เป็นต้น รสเปรี้ยวของפקคองเกิดจากการดลคติก ที่ได้มาจากการหมัก ภาชนะสำหรับคองפקควรเป็นแก้วหรือหม้อเคลือบไม่มีสีไม่มีรอยเกาะเกาะไม่ควรใช้ภาชนะเหล็ก ทองเหลือง ทองแดง เพราะกรดจะทำปฏิกิริยากับโลหะเหล่านั้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการคองเปรี้ยว ประมาณ 21-24 องศาเซลเซียส

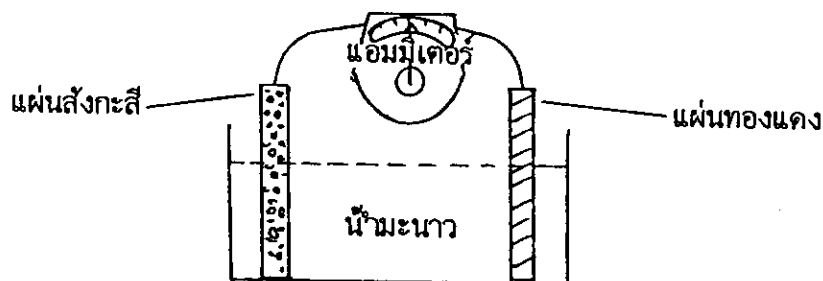
การใส่น้ำมะพร้าวหรือน้ำซาวข้าวช่วยให้เกิดรสเปรี้ยวจัด และเปรี้ยวเร็ว โดยใส่น้ำมะพร้าว 1/4 ถ้วยต่อน้ำ 6 ถ้วย หรือน้ำซาวข้าว 1/4 ถ้วยต่อน้ำ 6 ถ้วยเช่นกัน

วิธีทดลอง

1. น้ำผลไม้ มะนาว มะกรูด ส้มเขียวหวาน และส้มโอ มาคั้นแล้วกรองใส่บีกเกอร์จำนวนอย่างละ 50 cm³ เขียนลคคิตไว้แต่ละบีกเกอร์ -
2. ต่อลิหะทองแดงขนาด 2 x 10 เซนติเมตร และแผ่นสังกะสีขนาด 2 x 10 เซนติเมตร เข้ากับแอมมิเตอร์ ดังภาพ



3. จุ่มแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีในบีกเกอร์ที่ใส่น้ำมะนาว ทิ้งไว้ 2 นาทีจึงอ่านค่ากระแสไฟฟ้า ดังภาพ



4. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 และ 3 โดยเปลี่ยนแผ่นสังกะสีและแผ่นทองแดงใหม่ และใช้น้ำมะกรูด น้ำส้มเขียวหวาน น้ำส้มโอ ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง (20 นาที)

ครูให้ความรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองโดยอธิบายประกอบตัวอย่างนักเรียนร่วมอธิบายถึงโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง จากนั้นครูอธิบายเกี่ยวกับการเขียนเค้าโครงย่อของโครงงาน

2. ขั้นทดลอง (60) นาที

- 2.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็น 8 กลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กัน
- 2.2 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากผลไม้ และแนะนำวิธีการทดลอง
- 2.3 นักเรียนทำการทดลองตามวิธีการทดลองที่กำหนดให้
- 2.4 นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในแบบฟอร์มที่ครูเตรียมไว้ให้
- 2.5 ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างโครงงานประเภททดลองที่นักเรียนสนใจ

3. ขั้นอธิบายหลังการทดลอง (20 นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายสรุปผลการทดลองดังนี้

3.1 โครงงานประเภททดลองมีลักษณะเด่นคือ เป็นโครงงานที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรที่มีต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้

3.2 ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวชนิดต่าง ๆ สามารถนำมาทำเป็นเซลล์ไฟฟ้าได้และผลไม้แต่ละชนิดจะให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

3.3 ตัวอย่างของโครงงานประเภททดลอง เช่น การเปรียบเทียบวิธีวัดค่า g ผลของความเข้มของแสงที่มีต่อการสลายตัวของวิตามินซี การสกัดไฮโดรคาร์บอนด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน

4. สื่อการเรียนรู้การสอน

- 4.1 ตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง
- 4.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ทดลอง
- 4.3 แบบฟอร์มการบันทึกเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์

5. การประเมินผล

- 5.1 ตรวจสอบเค้าโครงย่อของโครงงานวิทยาศาสตร์
- 5.2 สังเกตจากการทดลอง
- 5.3 ตรวจสอบหัวข้อเรื่องในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. ข้อสอบแบบนี้มี 24 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที
 2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ แล้วใช้ข้อมูลเฉพาะสถานการณ์นั้น ๆ ตอบคำถาม โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ แต่ละคำถามจะมีคำถาม 4 ข้อ ทั้งหมดมี 7 สถานการณ์
- ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 1 ตอบคำถามข้อ 1-4

สถานการณ์ที่ 1

"ที่อำเภอหนองแขงมีการทาบกิ่งมะม่วงขายเป็นอาชีพ และขายคือนำออกมาขาย ขายแทบไม่ทัน เด็กชายแก่นจึงอยากจะทาบกิ่งมะม่วงขายบ้าง เขาจึงนำคัตตอเป็นมะม่วงพันธุ์ออกล่องไปทาบกิ่งกับมะม่วงหนองแขง ปรากฏว่ากิ่งทาบของเขาคัตตอ เมื่อนำกิ่งทาบที่คัตตอไปปลูกในกระถางเพาะชำ ก็เจริญเติบโตดี เขาจึงไปสังเกตที่บ้านน้าอีกปรากฏว่าใช้คัตตอเป็นมะม่วงแก้ว และนำมากทาบกับมะม่วงหนองแขง คัตตอ"

1. ข้อใดคือปัญหาสถานการณ์นี้
 - ก. หนองแขงไม่มีกิ่งทาบขาย
 - ข. แก่นทาบกิ่งไม่เป็น
 - ค. หาคัตตอเป็นมะม่วงแก้วไม่ได้
 - ง. กิ่งทาบของแก่นคัตตอ
 - จ. แก่นยากจน
2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. คัตตอมะม่วงแก้วถูกกักห้ามซื้อ
 - ข. มีการทาบกิ่งขายกันน้อย
 - ค. การใช้คัตตอเป็นมะม่วงออกล่อง
 - ง. แก่นไม่มีความรู้เรื่องการทาบกิ่ง
 - จ. แก่นไม่มีงานทำ

3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

- ก. ประชาสัมพันธ์ให้มีการทบทึงมะม่วงขายกันมาก ๆ
- ข. เปลี่ยนเป็นใช้ดินตอมะม่วงแก้ว
- ค. แก่นยังขาดความรู้เรื่องการทบทึง
- ง. แก่นหาอาชีพอื่น ๆ ทำ
- จ. ปลูกมะม่วงออกล่องเพื่อเอาคืนตอมาก ๆ

4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. หนองแขงมีกิ่งมะม่วงทบทึงขายอย่างพอเพียง
- ข. หาต้นตอเป็นมะม่วงแก้วได้มาก
- ค. แก่นทบทึงมะม่วงดีในปริมาณมากขึ้น
- ง. แก่นทบทึงมะม่วงเป็น
- จ. แก่นมีเงินใช้

- ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 2 ตอบคำถามข้อ 5-8

สถานการณ์ที่ 2 "บ้านหลังหนึ่งปลูกขมิ้นแม่น้ำ ทุกปีเมื่อมีการวัดเนื้อที่ พบว่าเนื้อที่ของบริเวณนี้ ลดลงโดยเฉพาะเนื้อที่บริเวณใกล้กับฝั่งแม่น้ำที่เป็นที่โล่ง"

5. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. เกิดน้ำท่วมบ้านทุกปี
- ข. เนื้อที่ของบ้านนี้ลดลง
- ค. แม่น้ำสาขานี้เปลี่ยนทางเดิน
- ง. น้ำในแม่น้ำมีปริมาณมากขึ้น
- จ. บ้านหลังนี้อยู่ใกล้แม่น้ำมากเกินไป

6. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. น้ำกัดเซาะดิน
- ข. ป่าถูกทำลายน้ำจึงท่วม
- ค. ฝนไม่ตกทำให้น้ำลดลง
- ง. คนทิ้งขยะมากแม่น้ำจึงคั่งเงิน
- จ. การสร้างเขื่อนกั้นน้ำทำให้น้ำมากขึ้น

7. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

- ก. ปลุกต้นไม้ริมคลอง
- ข. ขนดินจากที่อื่นมาถมริมคลอง
- ค. ปลุกป่าทดแทนป่าที่ถูกทำลาย
- ง. ห้ามประชาชนทิ้งขยะลงในแม่น้ำ
- จ. ให้เขื่อนปล่อยน้ำปริมาณน้อยลง

8. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้เป็นอย่างไร

- ก. น้ำไม่ท่วมบ้านหลังนี้
- ข. ปริมาณน้ำในแม่น้ำลดลง
- ค. แม่น้ำสาขานี้จะมีขนาดกว้างกว่าเดิม
- ง. บ้านหลังนี้จะมีบริเวณบ้านเพิ่มขึ้นทุกปี
- จ. บ้านหลังนี้จะมีบริเวณบ้านไม่เปลี่ยนแปลง

- ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 3 ตอบคำถามข้อ 9-12

สถานการณ์ที่ 3 "บริเวณที่ขึ้นและรอบหนองน้ำท้ายหมู่บ้านคงผีหลอก มีใบไม้ที่หล่นจากต้นไม้รอบหนองน้ำทับถมอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ชาวบ้านยังตักน้ำจากหนองน้ำนี้ไปใช้ดื่มหรืออาบได้ เมื่อเวลาใกล้ค่ำหรือกลางคืนชาวบ้านจะไม่กล้ามาตักน้ำที่หนองน้ำ เพราะมีคนเห็นดวงไฟลอยขึ้นมาจากหนองน้ำเสมอทำให้พวกเขากลัวว่าคงมีผีปอบอยู่ในหมู่บ้าน"

9. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. มีผีปอบอยู่ในหมู่บ้าน
- ข. ทำไมมีดวงไฟลอยขึ้นมาจากหนองน้ำ
- ค. ชาวบ้านไม่สามารถใช้น้ำในหนองน้ำ
- ง. ใบไม้ที่หล่นในหนองน้ำทำให้น้ำสกปรก
- จ. เวลากลางคืนชาวบ้านไม่กล้าออกมาจากบ้าน

10. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. หมู่บ้านนี้ไม่มีไฟฟ้าใช้
 - ข. มีฝึบอบออกมากินปลาในหนองน้ำ
 - ค. รอบ ๆ หนองน้ำมีฟอสฟอรัสเรืองแสง
 - ง. การทับถมของใบไม้ทำให้น้ำในหนองสกปรก
 - จ. ดวงไฟเกิดจากใบไม้ที่ทับถมทำให้เกิดก๊าซธรรมชาติที่เรืองแสงได้
11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร
 - ก. ติดตั้งไฟที่หนองน้ำเพื่อให้สว่าง
 - ข. เก็บกวาดใบไม้รอบหนองน้ำไปเผาทิ้ง
 - ค. นำน้ำในหนองน้ำไปฆ่าเชื้อโรคก่อนดื่ม
 - ง. สืบหาคนที่เปื้อนฝึบแล้วไล่ออกจากหมู่บ้าน
 - จ. ทดลองให้ชาวบ้านเข้าใจว่าดวงไฟเกิดจากอะไร
12. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
 - ก. ไม่มีฝึบอบอาละวาดในหมู่บ้านอีก
 - ข. ชาวบ้านสามารถออกนอกบ้านได้
 - ค. ชาวบ้านมีความเข้าใจเกี่ยวกับดวงไฟ
 - ง. ชาวบ้านมีน้ำดื่มสะอาดปราศจากเชื้อโรค
 - จ. หมู่บ้านนี้มีไฟฟ้าใช้ในเวลากลางคืน

- ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ 4 ตอบคำถามข้อ 13-16

สถานการณ์ที่ 4 โรงเรียนในเขตชนบทแห่งหนึ่งยังไม่มีน้ำประปาใช้ นักเรียนมักจะนำน้ำจากบ้านมาดื่ม ครูใหญ่พบว่ายาแก้ปวดท้องประจำท้องพยาบาลของโรงเรียน ใช้เปลืองมากที่สุดจนผิดสังเกต เมื่อตรวจสอบพบว่ามีนักเรียนจำนวนหนึ่ง มาขอยาแก้ปวดท้องจากครูพยาบาลกันทุกวัน โดยเฉพาะเวลาบ่ายหลังพักกลางวันแล้วครูประจำชั้นเหล่านั้นก็ยอมรับว่าเป็นความจริง เพราะนักเรียนมีอาการปวดท้องอยู่เสมอ จึงพาไปขอยาแก้ปวดทุกวัน

13. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. โรงเรียนไม่มีน้ำประปาใช้
 - ข. นักเรียนคิดยาแก้ปวดท้อง
 - ค. ครูพยาบาลทำงานหนัก
 - ง. ขาดแคลนยาแก้ปวดท้อง
 - จ. นักเรียนปวดท้องกันมาก
14. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. โรงเรียนอยู่ห่างไกล
 - ข. ยาแก้ปวดท้องเป็นยาเสพติด
 - ค. ครูพยาบาลมีจำนวนน้อย
 - ง. โรงเรียนขาดงบประมาณ
 - จ. อาหารที่กินเป็นพิษ
15. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้อย่างไร
 - ก. จัดหาน้ำประปา
 - ข. จัดหาชนิดอื่นไว้บริการนักเรียน
 - ค. จัดหาเจ้าหน้าที่พยาบาลเพิ่มขึ้น
 - ง. ขอบงบประมาณในการจัดซื้อยาแก้ปวด
 - จ. ดูแลอาหารการกินของนักเรียน
16. วิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
 - ก. นักเรียนมีน้ำประปาใช้ตลอดเวลา
 - ข. นักเรียนไม่คิดยาแก้ปวดท้อง
 - ค. นักเรียนไม่มีอาการปวดท้อง
 - ง. นักเรียนมียาแก้ปวดท้องอย่างเพียงพอ
 - จ. มีเจ้าหน้าที่พยาบาลอย่างเพียงพอในการให้บริการแก่นักเรียน

สถานการณ์ที่ 5 ในครอบครัวของมะลิทั้งหมด 5 คน คือ พ่อ แม่ พี่ และน้องของมะลิ ครอบครัวของมะลิชอบกินอาหารที่มีรสจืด และรับประทานอาหารพวกเบ็ด โถ่ เนื้อหมู ไม่รับประทานอาหารผักและผลไม้ ยกเว้นมะลิต่อมามะลิสังเกตเห็นว่าคนในครอบครัวของเขามีเลือดออกตามไรฟัน แต่ตัวเขาไม่เป็น

17. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้
- ก. ทำไมคนในครอบครัวของมะลิจึงเป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน
 - ข. โรคเลือดออกตามไรฟันป้องกันได้หรือไม่
 - ค. โรคเลือดออกตามไรฟันเป็นโรคติดต่อหรือไม่
 - ง. ทำไมมะลิไม่มีเลือดออกตามไรฟัน
 - จ. ในผักและผลไม้จะมีอะไรที่ทำให้มะลิไม่เป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน
18. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
- ก. กินแต่อาหารที่มีรสจัด
 - ข. กรรมพันธุ์ทำให้เป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน
 - ค. ผักและผลไม้ทำให้โลหิตแข็งตัว
 - ง. ขาดการเอาใจใส่เรื่องอาหาร
 - จ. ขาดสารอาหารพวกวิตามินซี
19. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
- ก. ให้ทุกคนหัดกินอาหารที่มีรสจัด
 - ข. อย่าแต่งงานกับคนที่เป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน
 - ค. ต้องเอาใจใส่เรื่องการกินอาหารที่สุกแล้ว
 - ง. แนะนำถึงประโยชน์ของอาหารประเภทต่าง ๆ
 - จ. กินอาหารพวกผักและผลไม้
20. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
- ก. ทุกคนจะฮันกันสมบูรณ์ดี
 - ข. ทุกคนกินอาหารที่มีรสจัดได้
 - ค. ทุกคนหายจากโรคเลือดออกตามไรฟัน
 - ง. ทุกคนมีความรู้เรื่องอาหารประเภทต่าง ๆ
 - จ. คนที่เป็นโรคเลือดออกตามไรฟันจะสูญพันธุ์

สถานการณ์ที่ 6 "ชายคนหนึ่งจอดรถทิ้งไว้หน้าสำนักงาน ก่อนลงจากรถเขาได้ไขกระจงขึ้นทั้งหมด หลังจากเขาไปทำธุระ 3 ชั่วโมง เมื่อกลับมาพบว่ากระจกรถด้านข้างแตกเป็นรอยร้าว จากการสอบถามผู้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงทราบว่า ไม่มีใครวางกระจกละเลย เมื่อเปิดเข้าไปในรถเขาสังเกตเห็นดินน้ำมันที่วางอยู่เต็มเหลว"

21. ข้อใดคือปัญหาในสถานการณ์นี้
- ก. ใครเป็นคนทุบกระจก
 - ข. กระจกแตกเพราะอะไร
 - ค. สำนักงานแห่งนี้ไม่มีที่จอดรถ
 - ง. ทำไมดินน้ำมันเกิดการเยิ้มเหลว
 - จ. ทำไมแสงแดดทำให้กระจกแตก
22. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหา
- ก. สำนักงานแห่งนี้ขาดร่มไม้
 - ข. ดินน้ำมันได้รับความร้อนจึงเยิ้มเหลว
 - ค. กระจกรถได้รับความร้อนจึงหดตัวทำให้กระจกแตก
 - ง. อุณหภูมิของอากาศบนถนนสูงขึ้นจึงขยายตัวคันกระจกแตก
 - จ. อุณหภูมิของอากาศในรถสูงขึ้นจึงขยายตัวคันกระจกแตก
23. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร
- ก. จ้างคนเฝ้ารถขณะไปธุระ
 - ข. ใช้วัสดุทำกระจกให้หนาขึ้น
 - ค. ปลุกต้นไม้เพื่อให้มีร่มไว้จอดรถ
 - ง. เปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้เพื่อลดอุณหภูมิ
 - จ. ทำช่องระบายอากาศภายในรถให้ออกมาข้างนอก
24. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้เป็นอย่างไร
- ก. กระจกรถทนทานไม่แตกง่าย
 - ข. อุณหภูมิของอากาศภายในรถลดลง
 - ค. รถยนต์ที่จอดใต้ต้นไม้กระจกไม่แตก
 - ง. เครื่องปรับอากาศทำให้อุณหภูมิภายในรถลดลง
 - จ. เก็บดินน้ำมันภายในรถยนต์ได้นาน ๆ โดยไม่เยิ้มเหลว

แบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ชื่อผู้ทำโครงการ 1 _____ 2 _____

3 _____ 4 _____

ชั้น/ห้อง _____ โรงเรียน _____

ชื่อโครงการ _____

คะแนนที่ได้ _____

ชื่อผู้ประเมินโครงการ _____

ลำดับที่	รายการพิจารณา	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1	- ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ การพิจารณาตัดสินใจให้คะแนนในข้อนี้ต้องคำนึงถึงระดับชั้นและอายุของนักเรียนด้วย ซึ่งอาจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้ หัวข้อโครงการมีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจนเพียงใด ได้ค้นหาเอกสารอ้างอิง ได้เหมาะสมเพียงใด การรวบรวมข้อมูลกระทำ ได้ละเอียดถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาเพียงใด ได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการทำโครงการนั้นนอกเหนือจากที่เรียนตามหลักสูตรปกติมากน้อยเพียงใด - การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการหรือ เทคนิคที่ใช้ในการประดิษฐ์คิดค้น ถ้าเป็นโครงการประเภทการทดลองหรือสำรวจ รวบรวมข้อมูล การประเมินในข้อนี้อาจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังนี้ สมมติฐานได้แถลงไว้ชัดเจนเพียงใด การออกแบบการทดลองหรือการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำได้รัดกุมเพียงใด				

ลำดับที่	รายการพิจารณา	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
7	การวัดและการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ทำได้ดีเพียงใด				
8	การจัดกระทำและการนำเสนอข้อมูลทำได้เหมาะสมเพียงใด				
9	ได้มีการทดลองหรือเก็บรวบรวมข้อมูลมากเพียงพอที่จะให้ข้อสรุปที่เชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด				
10	การแปลผล การสรุปผล เหมาะสมและตั้งบนรากฐานของข้อมูลที่รวบรวมไว้เพียงใด				
11	การบันทึกประจำวันเกี่ยวกับการทำโครงการทำได้เรียบร้อยและ เหมาะสมเพียงใด ถ้าเป็นโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์การประเมินโครงการในหัวข้อนี้อาจพิจารณาดังนี้				
12	การกำหนดอุปกรณ์ และเครื่องมือมีความเหมาะสมเพียงใด				
13	การออกแบบมีความเหมาะสมกับงานที่ใช้เพียงใด เช่น ขนาด รูปร่าง ตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่าง ๆ				
14	มีความคงทนถาวรเพียงใด				
15	ได้คำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานเพียงใด				
16	การออกแบบได้คำนึงถึงการซ่อมบำรุงรักษามากน้อยเพียงใด เช่น ส่วนที่จำเป็นต้องถอดออกเปลี่ยนบ่อย ๆ อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพียงใด				
17	มีความประณีตเรียบร้อย สวยงามพอใจผู้ใช้เพียงใด				
18	มีการใช้เทคโนโลยีทันสมัยเพียงใด - การเขียนรายงาน หัวข้อนี้อาจพิจารณาด้านต่าง ๆ ดังนี้				

ลำดับที่	รายการพิจารณา	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
19	การเตรียมรายละเอียดลงในแบบฟอร์มทำได้ถูกต้องเพียงใด				
20	การเขียนรายงานครอบคลุมหัวข้อที่กำหนดเพียงใด				
21	มีความเหมาะสมของตาราง หรือกราฟ หรือรูปภาพที่ใช้ประกอบมากนักน้อยเพียงใด				
22	สื่อความหมายในเรื่องที่ทำได้ถูกต้องและสอดคล้องกันเพียงใด				
23	การทำโครงการได้แสดงให้เห็นถึงความทุ่มเทของตน และความตั้งใจจริงมากนักน้อยเพียงใด - ความคิดริเริ่ม การประเมินในหัวข้อนี้จะต้องคำนึงถึงระดับผู้ทำโครงการ คือความคิดริเริ่ม หรือความแปลกใหม่ในระดับผู้ทำโครงการด้วยกัน ไม่ใช่ความแปลกใหม่ในระดับผู้ประเมินโครงการ ซึ่งอาจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้				
24	ปัญหาหรือเรื่องที่ทำมีความสำคัญ และมีความแปลกใหม่เพียงใด				
25	มีวิธีการควบคุมตัวแปร หรือวัดตัวแปร หรือเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ได้แปลกใหม่เพียงใด				
26	มีการออกแบบ ประดิษฐ์ คัดแปลงหรือใช้วัสดุที่แปลกใหม่ในการทำโครงการมากนักน้อยเพียงใด				
รวม					

ภาคผนวก ข

1. ตารางแสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มควบคุม_____ 166
2. ตารางแสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มทดลอง_____ 167
3. ตารางแสดงความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม__ 168
4. ตารางแสดงความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง__ 168
5. ตารางแสดงค่า p และค่า r ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์_____ 169

ตาราง 3 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มควบคุม

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

ตาราง 4 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มทดลอง

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

ตารางที่ 5 แสดงความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

งานชิ้นที่	ชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์	X	X ²
1	เครื่องกรองน้ำอย่างง่าย	59	3481
2	เครื่องกรองไอเสียรถยนต์แบบง่าย	59	3481
3	แปรงข้าวเหนียวกับการเจริญเติบโตของเห็ดฟาง	56	3136
4	สำรวจนักเรียนที่สูบบุหรี่ในโรงเรียนหนองแขงวิทยา	56	3136
5	การทำถ่านกรองบุหรืจากต้นปอ	55	3025
6	การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วในดิน และสำลี	55	3025
7	การทดลองปลูกพืชในดินต่างชนิดกัน	53	2809
8	สำรวจหากระแสไฟฟ้าในผักสด	52	2704

ตารางที่ 6 แสดงคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

งานชิ้นที่	ชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์	X	X ²
1	หน้ากากกันสารเคมี	63	3969
2	ขาม่าแมลงจากใบสะเดา ใบสาบเสือ และเครือคตหมา	61	3721
3	การบ่มผลไม้ด้วยใบไม้	61	3721
4	เปรียบเทียบการเลี้ยงปลาในน้ำชนิดต่าง ๆ	59	3481
5	การสำรวจค่า pH และหาสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในแหล่งน้ำ	57	3249
6	การสำรวจผู้ป่วยที่หนองแขง	56	3136
7	ขนมฝรั่ง	56	3136
8	เปรียบเทียบการแก้ความหื่นของน้ำมันหมูโดยใช้เครื่องเทศ	54	2916

ตาราง 8 แสดงค่า p ค่า r ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r
1	.35	.40
2	.28	.21
3	.59	.32
4	.21	.20
5	.63	.52
6	.82	.57
7	.75	.67
8	.55	.57
9	.36	.22
10	.68	.57
11	.21	.40
12	.26	.40

ข้อที่	p	r
13	.28	.26
14	.58	.47
15	.44	.63
16	.40	.56
17	.58	.70
18	.31	.20
19	.21	.21
20	.27	.43
21	.56	.68
22	.26	.40
23	.38	.60
24	.26	.46

คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิชาการศาสตร์ทั้งฉบับ

$$N = 129$$

$$K = 24$$

$$\bar{X} = \frac{1274}{129}$$

$$129$$

$$S^2 = 20.38$$

$$r_{tt} = 0.79$$

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายกมล ชื่อสกุล เพื่องฟุ้ง

เกิดวันที่ 11 เดือน มีนาคม พุทธศักราช 2506

สถานที่เกิด อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 46 หมู่ 7 ตำบลศาลาลอย อำเภอท่าเรือ
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 3

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนหนองแขงวิทยา อำเภอหนองแขง จังหวัดสระบุรี 18170

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2523 เติร์มอุดมศึกษา (สาขาวิทย์-คณิต) จากโรงเรียนท่าเรือ
"นิตยานุกูล"พ.ศ. 2525 ปก.ศ.สูง (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครู
พระนครศรีอยุธยาพ.ศ. 2527 กศ.บ. (วิชาเอกเคมี) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
บางเขนพ.ศ. 2534 กศ.ม. (วิชาเอกการมัธยมศึกษา) จากมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงการวิทยาศาสตร์ โดยชุด
กิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ

ของ

กมล เฟื่องฟ้า

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

สิงหาคม 2534

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนหนองแขงวิทยา จังหวัดสระบุรี จำนวน 64 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score และ t-test Independent

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A COMPARISON OF MATHAYOM SUKSA III STUDENTS' SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING
ABILITY AND SCIENCE PROJECT THROUGH THE SCIENCE PROJECT ACTIVITIES AND
THE TEACHER'S INSTRUCTION

AN ABSTRACT

BY

KAMOL FUANGFUNG

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

August 1991

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa III problem solving ability and science project through the Science project activities and the teacher's instruction.

The Subject were 64 Mathayon Suksa III students of Nongsaengvittaya School, Amphoe Nong Saeng, Saraburi, during the first semester of the 1991 academic year. The experimental group was taught by the Science project activities. The control group was taught by the teacher's instruction. Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design was used in the study. The t-test Independent in Diference Score and t-test Independent were used for data analysis.

The results of this study indicated that :

- 1.The problem solving ability of the experimental group was significantly higher than of the control group at the .01 level.

- 2.The Science project ability of the experimental group was significantly higher than that of the control group at the .05 level.