

๕๖๗
๙๙๙๙๙๙
๑๑๑

การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ปริญญานิพนธ์

ของ

พจนา สัจวรณกิจ

ห้องสมุดคณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ตุลาคม 2529

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177655

23 เม.ธ. 2535

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับไว้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

คณะกรรมการที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ประธาน

 กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

ศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ประธาน

 กรรมการ

ดร. สมเกียรติ ประธาน กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต
สวนไพบูลย์ อาจารย์อาวุธ วัฒนสิน และอาจารย์ ดร. ชูณิมา วัฒนศิริ ผู้วิจัยซาบซึ้งใน
ความเมตตาใจและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์พาริณี ปริธรรมมา อาจารย์ครุณี ศรีวรลักษณ์ อาจารย์
มานะ สังสุทธิพงศ์ อาจารย์วัชรินทร์ หวีฤทธิ์ และอาจารย์ทิทยา ไชยมงคล ที่กรุณาให้
คำแนะนำและช่วยตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ไพรัตน์ ฉกรรจ์ศิลป์ ผู้อำนวยการโรงเรียนนางรอง
อาจารย์พนม เพชรจำเริญสุข ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการโรงเรียนนางรอง และอาจารย์
ในมหาวิทยาลัยสุราษฎร์ธานี ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวม
ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ
บิดา มารดา ครู-อาจารย์ ที่ช่วยอบรมสั่งสอนและชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

พจนา สังวรณกิจ

ตุลาคม 2529

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	6
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	7
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	7
	นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	12
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	12
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	17
	เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้	20
	เอกสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหา	30
	เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	43
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้	52
	งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหา	54
	งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ..	56
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	58
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	60
	ประชากร	60
	กลุ่มตัวอย่าง	60
	แบบแผนของการทดลอง	60

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	61
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	68
การวิเคราะห์ข้อมูล	69
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	69
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	72
การวิเคราะห์ข้อมูล	72
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	77
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	77
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	77
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	78
การวิเคราะห์ข้อมูล	78
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	79
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	79
ข้อเสนอแนะ	83
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก	96

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แบบแผนการวิจัย	61
2	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	72
3	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	73
4	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	74
5	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	75
6	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	76

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	15
2 แสดงการแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก	35
3 แสดงการแก้ปัญหาโดยวิธีหยั่งเห็น	36

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ นอกจากนี้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังมีความสำคัญต่อการปรับปรุงคุณภาพของชีวิตส่วนบุคคลและสังคมทุกระดับ ในแง่สุขภาพอนามัย โภชนาการ ตลอดจนการเกษตรและอุตสาหกรรม (นิตา สะเพียรชัย 2527 : 193) ประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลาย โดยเฉพาะประเทศไทย ก็หันมาให้ความสนใจและ เทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาประเทศ เพื่อยกระดับคุณภาพของชีวิตและ รายได้ของประชากร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงความคิด วิถีชีวิต การทำงาน ตลอดจนความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างกว้างขวาง (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : คำนำ) ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นทำให้สภาพสังคมโดยเฉพาะประเทศไทยเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ผลแห่งการเปลี่ยนแปลงนี้ย่อมก่อให้เกิดปัญหาใหม่ ๆ ขึ้นเรื่อย ๆ อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ด้วยเหตุนี้มนุษย์จึงมีหน้าที่คอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา (พิทักษ์ รัชพลเดช 2525 : 20) ทั้งนี้เพื่อปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม และปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้คนสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างเป็นสุข ดังนั้นในสังคมปัจจุบันจึงจำเป็นต้องพัฒนาคนให้มีความรู้ มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ รู้จักการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพตั้งแต่เยาว์วัย และเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่จะช่วยให้คนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพก็คือ การพัฒนาคนให้มีความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทั้งนี้เพราะความคิดสร้างสรรค์คือความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้ง ที่นอกเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติ เป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดหลายแง่หลายมุม ประสมประสานกันจนได้ผลิตผลใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Torrance. 1963 : 47) ดังนั้นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถแก้ปัญหาให้ลุ่ลงไปด้วยวิธีอย่างมีวิจารณญาณ กล่าวคือเมื่อพบปัญหาหรือคำถามใด ๆ ก็จะสามารถแก้ปัญหาหรือหาคำตอบหลาย ๆ แบบ (Divergent Thinking) นอกจากนี้แล้วผู้ที่มี

ความคิดสร้างสรรค์ มักชอบประดิษฐ์ ปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นหรือผลิตผลงานใหม่ ๆ แปลก ๆ ออกมา และสามารถที่จะแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งที่พบเห็นอย่างสมเหตุสมผล (ประสิทธิ์ ภาพลักษณ์ 2518 : 12)

จากสภาพดังกล่าว การศึกษาเพื่อสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสังคมไทยในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะสังคมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเยาวชนไทยจะต้องได้รับการฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา (อารี สันตวิ 2510 : 204) สอดคล้องกับแนวคิดของเพียเจต์ (McCandless and Ellis. 1978 : 301 citing Piaget. 1952) ที่ว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นเป้าหมายแรกของการศึกษา การสร้างสรรค์เป็นส่วนที่มีคุณค่าต่อการพัฒนามนุษย์ สมควรจะได้รับการกระตุ้นและสนับสนุนให้เกิดขึ้นในโรงเรียน ดังนั้น หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 จึงกำหนดจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อให้ผู้เรียนมีนิสัยใฝ่หาความรู้ ทักษะ รู้จักคิด วิเคราะห์ อย่างมีระเบียบ วิธีการ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ 2521 : 2) สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2519 : 7) ได้วางจุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นพัฒนาผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดเนื้อหา ดังนั้นในส่วนของการพัฒนาหลักสูตรจึงได้นำวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ วิธีสอนในลักษณะนี้จะเน้นในด้านการบวนการ (Process) เป็นสำคัญ ทั้งนี้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักคิด รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล ตลอดจนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การสืบเสาะแสวงหาความรู้และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้

การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น สมจิต สมัตตพันธ์ (สมจิต สมัตตพันธ์ 2522 : 61) ได้กล่าวถึงเรื่องนี้ว่า ความผิดพลาดของการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ได้แก่ การสอนที่ไม่อาจนำเอาความฉลาด สติปัญญาของนักเรียนมาใช้ในทางสร้างสรรค์ได้ สภาพแวดล้อมทางการศึกษาในปัจจุบันยังเปิดโอกาสน้อยมากที่จะให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการเพื่อสร้างสรรค์อย่างเต็มที่ หนังสือวิทยาศาสตร์ก็ดี ครูเองก็ดี มักจะเพ่งเล็งแต่สิ่งที่คนรู้กันมาแล้วมากกว่าเพ่งเล็งในสิ่งที่ยังไม่มีใครรู้ ดังนั้นการเรียนการสอนจึงโน้มเอียงไปในทางบีบบังคับให้

คล้ายตามหรือเลียนแบบมากกว่าการเรียนรู้ตามกระบวนการของการสร้างสรรค์ และ เมื่อพิจารณาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามที่ สสวท. เสนอแนะไว้ในคู่มือครูและแบบเรียนได้กำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ไว้ให้ทั้งสิ้น เช่น กำหนดปัญหา วิธีทดลอง นักเรียนเพียงแต่ปฏิบัติตามขั้นตอนก็จะสามารถค้นพบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ กิจกรรมลักษณะนี้สามารถช่วยให้นักเรียนคิดได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 128) เพราะการชักจูงให้นักเรียนยอมรับปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาในแบบเรียนก็เหมือนเป็นการให้ความรู้แบบบังคับนั่นเอง (Hanson. 1976 : 32 - 33) เมื่อมีการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังมีน้อยทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ (มันทนา จงสุขสันติกุล 2524 : 42) และจากการศึกษาความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนยังมีความสามารถในการตั้งคำถามด้านการออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปรอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (วัลภา จิรระวงศ์ 2528 : 45) เมื่อเป็นเช่นนี้ก็อาจจะส่งผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66)

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของหลักสูตรนั้น ความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งจัดว่าเป็นความสามารถทางสติปัญญาอย่างหนึ่งที่นักการศึกษาเล็งเห็นว่ามีสำคัญอย่างมากที่จะต้องปลูกฝังให้แก่ นักเรียน ดังที่ สาโรช บัวศรี (สาโรช บัวศรี 2518 : 7 - 9) ได้ให้ข้อคิดว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคือเป็นจุดหมายปลายทางของการจัดการศึกษา และ สิปปนนท์ เกตุทัต (สิปปนนท์ เกตุทัต 2518 : 16 - 31) ก็ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา ควรจัดไว้เป็นลักษณะของการศึกษาที่พึงประสงค์ และเนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นความต้องการพื้นฐานที่จะทำให้บุคคลประสบผลสำเร็จในการดำรงชีวิต ด้วยเหตุนี้ การสอนให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาได้ จึงเป็นสิ่งจำเป็น (สมบุญ ฑาลยาชีวิน 2525 : 45) ดังนั้น หลักสูตรในปัจจุบันจึงได้กำหนดจุดหมายที่สำคัญประการหนึ่งคือ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ (กระทรวงศึกษาธิการ 2524 : 5) ซึ่งการแก้ปัญหานั้นมีหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมนำ

มาใช้มากที่สุด คือการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง และใช้ได้ทุกสาขาวิชา (มังกร ทองสุคี่ 2522 : 7) การแก้ปัญหาลักษณะนี้ จอห์น คิวอี้ กล่าวไว้ว่า เป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะนำมาฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดสติปัญญา รู้จักคิดค้นอย่างมีเหตุผล และรู้จักแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งขั้นตอนนั้นจะเริ่มด้วยการตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ รวบรวมข้อมูลแล้ว จึงทำการทดสอบสมมติฐาน สุดท้ายสรุปผลเป็นคำตอบของปัญหา (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 32) การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาที่มีระบบ มีขั้นตอน ซึ่งไม่เพียงแต่จะนำมาใช้แก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น อาจจะนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ และยังช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน ทั้งนี้เพราะในการดำเนินการแก้ปัญหานั้นจะต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ทพวง มหาวิทยาลัย 2525 : 233 - 234) และการแก้ปัญหาในรูปแบบนี้จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัวผู้เรียนได้ (Washton. 1967 : 3) ซึ่งสอดคล้องกับ มังกร ทองสุคี่ (มังกร ทองสุคี่ 2522 : 23) ที่กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดค้น รู้จักใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหา รวมทั้งช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้

ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ถ้าครูได้ริเริ่มจัดสถานการณ์ในการเรียนการสอนที่เอื้อให้ผู้เรียนได้แสดงออกตามแนวของการคิดอย่างสร้างสรรค์ (สมจิต สวธนไพบูลย์ 2527 : 23) การจัดสถานการณ์ในการเรียนการสอนนั้นควรทำในหลาย ๆ แนวทาง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาการคิดได้อย่างเต็มที่ (สุวิมล เขียวแก้ว 2527 : 12) การสอนที่มุ่งให้นักเรียนรู้จักคิด มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกคิดบ่อย ๆ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ (ประคินันท์ อุปรมัย 2520 : 53 - 54) และ เดอ ซีคโก (สมจิต สวธนไพบูลย์ 2527 : 28) อ้างอิงมาจาก De Cecco. 1968) ได้กล่าวว่า ครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาแก่ผู้เรียนได้ โดยอาจจะเตรียมปัญหาให้แก่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา นำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ถ้าผู้เรียนรู้สถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าไร ผู้เรียนจะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้อง

กับ สมจิต สวธไพบูลย์ (สมจิต สวธไพบูลย์ 2527 : 23 - 24) ที่ได้กล่าวสรุปไว้ว่า การสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ช่วยเพื่อเป็นสื่อไปสู่การฝึกคิดที่จะระบุปัญหา หาแนวทางในการแก้ปัญหาหลาย ๆ รูปแบบ ตลอดจนการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียน ในรูปของการฝึกเป็นรายบุคคล โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเอง อย่างเต็มที่ ก็จะเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ (สมจิต สวธไพบูลย์ 2527 : 23 - 34) และ ประทุม ทองพูน (ประทุม ทองพูน 2522 : 29) ยังได้กล่าวอีกว่า การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ควรจะให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระที่จะหาประสบการณ์ในการเรียนรู้ นอกจากนี้แล้วสิ่งแวดล้อมก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 345 - 355) จากการศึกษาของ โรเจอร์ส (Rogers. 1970 : 146) พบว่า ภาวะที่ส่งเสริมให้บุคคลกล้าคิดอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ภาวะที่บุคคลมีอิสระในการแสดงออกโดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์หรือถูกประเมิน

- ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร โดยเฉพาะในด้านความคิดสร้างสรรค์นั้น สุวัฒน์ นิยมคำ (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 124) ให้ความเห็นว่า ไม่มีวิธีสอนใดที่ดีที่สุด แต่ละวิธีมีส่วนดีส่วนเสียด้วยกันทั้งนั้น ในวัตถุประสงค์อย่างหนึ่งก็เหมาะกับวิธีสอนอย่างหนึ่ง และเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพปัจจุบันที่ประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จำนวนเด็กในวัยเรียนก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย ทำให้เกิดปัญหาในการจัดการศึกษาหลาย ๆ ด้าน แนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนเพื่อที่จะให้บรรลุจุดหมาย และเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพก็คือ การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ (อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์ 2526 : 63)

ชุดการเรียนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สำคัญในรูปแบบหนึ่ง ดังที่ กรีน (Green. 1976 : 38 - 47) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา นั้น ควรที่จะนำชุดการเรียนมาใช้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตนเองตามความยากง่ายอย่างเหมาะสม ทั้งนี้เพราะเป้าหมายที่สำคัญของหลักสูตรก็คือ การให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงด้วยตนเอง และ ชูชีพ อ่อนโกลสูง (ชูชีพ อ่อนโกลสูง 2524 : 1 - 2) ยังได้กล่าวอีกว่า การที่บุคคลจะคิดเป็น

ทำเป็น แก้นิยามได้นั้น ไม่มีวิธีการใดที่ใช้ในการเรียนการสอนได้ดีที่สุดเท่ากับการสอนที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง และกิจกรรมรูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองก็คือ การให้นักเรียนได้เรียนจากชุดการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้จัดไว้สำหรับผู้เรียนโดยเฉพาะ ผู้เรียนจะดำเนินการเรียนตามคำแนะนำที่กำหนดอยู่ในชุดการเรียนนั้น โดยศึกษาไปตามลำดับขั้นด้วยตนเอง ถ้ามีปัญหาในระหว่างศึกษาอยู่จะปรึกษาครูหรือเพื่อนก็ได้ (สุนันท์ บัณฑิต 2519 : 28) การเรียนจากชุดการเรียนรู้มีข้อดีหลาย ๆ ด้าน เช่น ทำให้ผู้เรียนมีอิสระที่จะพัฒนาตนเอง สามารถเรียนได้เร็วช้าตามความสามารถได้เรียนอย่างมีระบบ และในชุดการเรียนรู้ยังมีวัตถุประสงค์นอกไว้เป็นแนวทางให้ผู้เรียนได้รู้ว่าจะเรียนอะไร อย่างไร (พัชรี พลวงค์ 2526 : 86) นอกจากนี้แล้วยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนของครู ทำให้ครูมีเวลาในการปรับปรุงการสอนมากขึ้น (บุญเหลือ ทองเอี่ยม 2527 : 2 - 3) สำหรับในด้านการขจัดปัญหาทางการศึกษานั้น ชุดการเรียนรู้ยังช่วยอำนวยความสะดวกในการสอนของครู ช่วยแก้ปัญหาคำถามต่างระหว่างบุคคล ช่วยขจัดปัญหาด้านการขาดครู ครูคนหนึ่งสามารถสอนนักเรียนได้มากขึ้น และที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ชุดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้นสามารถนำไปใช้แทนการสอนปกติได้ โดยที่แนวโน้มของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะสูงขึ้น (ชูชีพ อ่อนโคกสูง 2524 : 11 - 29)

จากสภาพและแนวคิดดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะเสนอรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะนี้จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู

3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาค้นคว้า ทำให้ทราบถึงผลการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นแนวทางแก่ครู ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ผลการศึกษาค้นคว้า ทำให้ได้ตัวอย่างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสามารถจะนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 360 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 45 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1 การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.1.2 การสอนตามคู่มือครู

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.2.2 ความกตัญญูสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแยกเป็น 3 ด้าน

3.2.2.1 ด้านความคล่องในการคิด

3.2.2.2 ด้านความกตัญญู

3.2.2.3 ด้านความกตัญญูริเริ่ม

4. เวลาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ใช้เวลาในการทดลอง กลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที

5. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.101) เรื่องน้ำ ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยหัวข้อ หัวข้อย่อย จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนฝึกคิดแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 ระบุปัญหาจากข้อความที่กำหนดให้ ชั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน ชั้นที่ 3 ตรวจสอบสมมติฐาน ชั้นที่ 4 สรุปผล และส่วนที่เป็นคำถามพบทวนพร้อมทั้งคำตอบ

ลักษณะของกิจกรรมประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

2.1 ส่วนที่ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

2.1.1 กำหนดข้อความให้นักเรียนคิด

2.1.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่ข้อความระบุไว้

2.1.3 ให้ข้อมูลป้อนกลับและแนวทางที่จะดำเนินการตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ส่วนของการประเมินผลการปฏิบัติ โดยให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อทบทวนความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาชุดการเรียนรู้ดังกล่าว และตรวจคำตอบจากคำเฉลยที่ให้ไว้

3. การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนได้ศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งในลักษณะที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม และครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ตลอดจนให้คำปรึกษาเมื่อมีปัญาเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้

4. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดขึ้น โดยใช้รูปแบบของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

4.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

4.1.1 อภิปรายปัญหา

4.1.2 อภิปรายจุดประสงค์ของการทดลอง

4.1.3 อภิปรายวิธีทดลอง

4.1.4 อภิปรายข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง

4.2 ขั้นทดลอง

ทำการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

4.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

นำผลที่ได้จากการทดลองมาร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

5.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้อย่างแม่นแล้ว ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำ

5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

5.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจำแนกกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การคำนวณ การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

6. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหลาย ๆ รูปแบบ เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ๆ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และเป็นการคิดไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย

6.1 ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด

6.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้หลายแนวทาง

6.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่แปลกใหม่ในลักษณะที่เป็นประโยชน์หรือมีคุณค่าต่อสังคม และเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำใครในกลุ่ม

7. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดง ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัด
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้แบบทดสอบมาจาก สุมาลี กาญจนชาติ
(สุมาลี กาญจนชาติ 2525 : 65 - 72)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้
4. เอกสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
5. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้
2. งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
3. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ทุกวิธีต่างก็มุ่งให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ก็เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบนี้ไว้หลายลักษณะ เช่น

นิตา สะเพียรชัย (นิตา สะเพียรชัย 2520 : 4) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะไว้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่ทำให้มีการค้นคว้า ทดลอง รวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปสู่การตั้งทฤษฎีต่าง ๆ

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 36) ได้กล่าวว่าการสอนแบบสืบสวน เป็นการสอนที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการค้นพบด้วยตัวเอง โดยครูจะใช้คำถามเป็นสื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา การสอนในลักษณะนี้จะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

ผดุงยศ ทวงมาลา (ผดุงยศ ทวงมาลา 2523 : 63) ได้กล่าวว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง ครูผู้สอนจะต้องสร้างสถานการณ์ยั่วยุเพื่อให้นักเรียนได้กำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ไชศรี อารณรัตน์ และ เบลูวรรณ กองศิริ (ไชศรี อารณรัตน์ และ เบลูวรรณ กองศิริ 2525 : 5 - 7) ได้กล่าวว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมที่สำคัญคือการทดลอง และการใช้คำถาม

จากที่กล่าวมาทั้งหมดพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีหน้าที่เพียงจัดสภาพการเรียนการสอนให้อึดต่อกระบวนการที่จะคิดแก้ปัญหาโดยใช้คำถามและการทดลองเป็นสื่อ การสอนในลักษณะนี้สิ่งสำคัญประการหนึ่งก็คือ ครูจะต้องสร้างแรงจูงใจและทำให้ห้องเรียนมีบรรยากาศอิสระเพื่อการซักถามและการอภิปราย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ประวิตร ชูศิลป์ (ประวิตร ชูศิลป์ 2524 : 5 - 6) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมไปถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุน และเป็นที่ปรึกษา

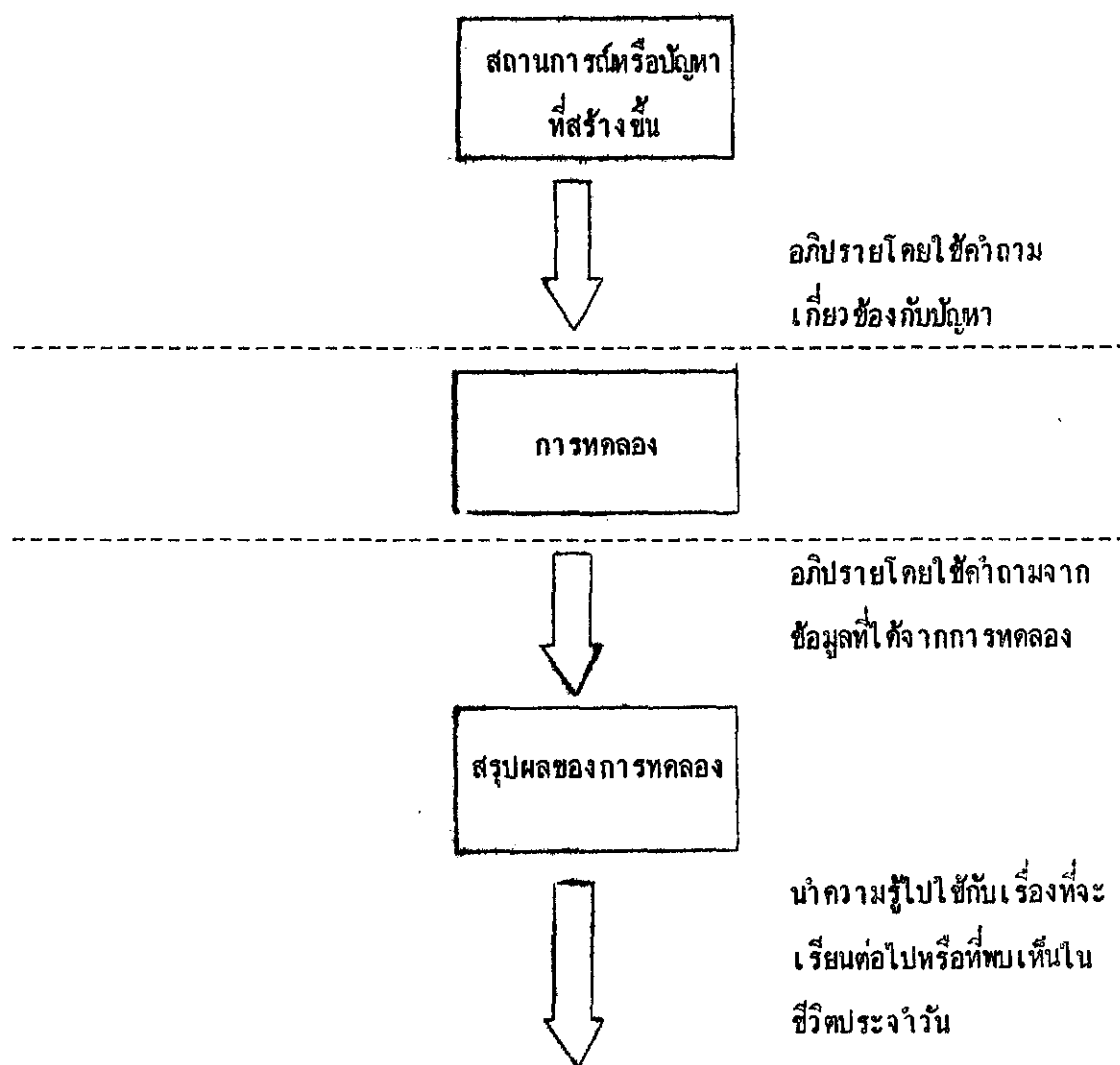
3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมได้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจจะเป็นไปได้ คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ตอนนี้ นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวความคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 115 - 118) ได้เสนอกิจกรรมสำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปรายและการทดลอง และอาจแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสมแล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นจะต้องใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถามตามครูหรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ ซึ่งการสอนในลักษณะนี้อาจจะเขียนแผนภูมิแสดง ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในแผนภูมิ สามารถที่แบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหาที่สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะอยู่ใกล้ตัว ถึงจุดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้นี้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ทำเนิการทดลองและบันทึกผล ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลองและบันทึกผล โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม ครูจะมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น เป็นวิธีสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักคิดด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักคิดหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ กิจกรรมที่สำคัญที่เสนอแนะไว้ใน การเรียนการสอนแบบนี้นี้ก็คือ การทดลองและการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน กิจกรรมทั้งสองลักษณะนี้จะทำให้นักเรียนให้เป็นผู้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ ตลอดจนเป็นผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงตัวความรู้อย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหาอีกด้วย ดังนั้นในการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ สามารถนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในการเรียนและในชีวิตประจำวันได้

ได้มีผู้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายลักษณะ คือ

คลอปเฟลอร์ (Klopfer. 1971 : 568 - 573) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พจน์ สะเพียรชัย (พจน์ สะเพียรชัย 2517 : 49 - 51) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านทักษะการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การจัดการกระทำกับข้อมูล การสร้างสมมติฐาน การออกแบบและดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณ และทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

เกี่ยวกับประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้จัดแบ่งออกเป็นหลายประเภท แต่เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นว่ามีเนื้อหาสาระใกล้เคียงกัน ตัวอย่างของการจัดแบ่งมีดังต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้ (สมจิต สวธนไพฑูริย์ 2526 : 66 - 69)

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป
ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง
2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมทำการจัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดทำและเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท และคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ใคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น ฯลฯ

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ก. การลงข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ แต่ละอย่าง

- ลงข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ แต่ละอย่างที่สังเกตได้โดยมีข้อมูลไม่เพียงพอ

ข. ลงข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

- อธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์

ที่ซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำให้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การศึกษาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่ศึกษาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่ศึกษาล่วงหน้านั้น มักจะกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม และสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การขึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่ เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือไปจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

(1) การออกแบบ-การทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

(1.1) วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

(1.2) อุปกรณ์และ/หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

(2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

(3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูลในบางครั้ง อาจจะต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลอง หรือที่มีอยู่

จากเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ ในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูควรจะให้โอกาสแก่นักเรียนในการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เพื่อให้ผู้เรียนจะได้นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และการฝึกให้ผู้เรียนสามารถที่จะแก้ปัญหาได้โดยใช้วิธีวิทยาศาสตร์ ก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้

ความหมายของชุดการเรียนรู้

วาสนา ชาวหา (วาสนา ชาวหา 2525 : 139) ได้กล่าวถึงชุดการเรียนรู้การสอนเป็นรายบุคคล ว่าเป็นชุดการเรียนรู้การสอนที่จัดโปรแกรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ตามความสามารถและความสนใจเป็นรายบุคคล เพื่อส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนไปให้ถึงขีดสุดความสามารถ โดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น

กาณฺฐนา เกียรติประวัติ (กาณฺฐนา เกียรติประวัติ ม.ป.ป. : 174 - 175) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนไว้ว่า เป็นระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับเนื้อหา มาส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเรียนในลักษณะนี้จะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้สื่อต่าง ๆ ในชุดการเรียนเพื่อการศึกษาด้วยตนเอง โดยครูจะมีบทบาทน้อยลง เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามลำพัง เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบของผู้เรียน

นิพนธ์ สุขปรึดี (นิพนธ์ สุขปรึดี 2525 : 74 - 75) ได้กล่าวถึงชุดการเรียนว่าเป็นการรวบรวมสื่อการเรียนสำเร็จรูปเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองได้อย่างสะดวก เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ชุดการเรียนจะต้องประกอบสื่อต่าง ๆ ที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดี อาจจะเป็นสื่อหลายชนิดตามความเหมาะสมโดยพิจารณาจาก

1. ใช้สื่อหลายชนิดตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้
2. เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้เรียน
3. เหมาะสมกับลักษณะการตอบสนองของผู้เรียนที่คาดหวังว่าจะได้รับ
4. เป็นสื่อที่จัดหาได้ไม่ยากนัก

โครงสร้างของชุดการเรียน

ยุสตัน และคนอื่น ๆ (วาสนา ชาวหา 2525 : 140 อ้างอิงมาจาก Houston. and others. 1972) ได้ให้ส่วนประกอบของชุดการเรียนไว้ดังนี้

1. คำชี้แจง (Prospectus) ในส่วนนี้จะอธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมาย ขอบข่ายของชุดการเรียนการสอน สิ่ง que ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ก่อนเรียนและขอบข่ายของกระบวนการทั้งหมดในชุดการเรียน
2. จุดมุ่งหมาย (Objectives) คือ ข้อความที่แจ่มชัดไม่กำกวมที่กำหนดว่า ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จอะไรหลังจากเรียนแล้ว

3. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment) มีจุดประสงค์ 2 ประการคือ เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนอยู่ในระดับใดในการเรียนจากชุดการเรียนการสอนนั้น และเพื่อดูว่าเขาได้สัมฤทธิ์ผลตามความมุ่งหมายเพียงใด การประเมินเบื้องต้นนี้อาจจะอยู่ในรูปของการทดสอบแบบข้อเขียน ปากเปล่า การทำงาน ปฏิบัติตอบสนองต่อคำถามง่าย ๆ เพื่อให้รู้ถึงความต้องการและความสนใจ

4. การกำหนดกิจกรรม (Enabling Activities) คือ การกำหนดแนวทางและวิธีเพื่อไปสู่จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นด้วย

5. การประเมินผลขั้นสุดท้าย (Post-Assessment) เป็นข้อทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนหลังจากที่เรียนแล้ว

ควน (Duann. 1973 : 169) ได้กล่าวถึงโครงสร้างพื้นฐานที่คล้ายคลึงกันของชุดการเรียนทุกรูปแบบไว้ 6 ประการ คือ

1. วางจุดมุ่งหมาย และเนื้อหาที่ต้องเรียน
2. บรรยายเนื้อหา
3. วางจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. เลือกกิจกรรมในการเรียน
5. วางกิจกรรมที่จะส่งเสริมให้เกิดทัศนคติ
6. จัดเครื่องมือวัดผลก่อนที่จะเรียน

คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973 : 150) ได้กำหนดโครงสร้างของชุดการเรียนว่าต้องประกอบด้วย

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) ได้กล่าวถึงการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพควรนำเอาชุดการเรียนรู้เข้ามาใช้ และได้เสนอรูปแบบของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วย

1. บัตรคำถามคำตอบ นำมาใช้ก่อนและหลังเรียน เพื่อให้เด็กแน่ใจว่าต้องการศึกษาและเด็กไม่รู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะทำมาก่อน อีกประการหนึ่งก็คือเป็นการกระตุ้นให้เกิดแนวคิดในการทำงานต่อไป

2. บัตรทดลอง จะประกอบด้วยปัญหาที่นำไปสู่ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองวิธีดำเนินการทดลอง

เดวิตโต และ กรอกโกเวอร์ (Devito and Krockover. 1976 : 308) ได้จัดทำชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีชื่อว่า "Creative Sciencing Ideas and Activities for Teacher and Children" เป็นชุดกิจกรรมที่นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดและเกิดกิจกรรมอื่น ๆ ตามมา เหมาะที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียน

รูปแบบของชุดการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. ปัญหาที่จะนำไปสู่กิจกรรม

2. กำหนดสถานการณ์ที่เป็นการบรรยาย หรือกิจกรรมการทดลอง

3. คำถามจากการใช้สถานการณ์ หรือกิจกรรมการทดลอง

4. ข้อเสนอแนะเพื่อให้เด็กเรียนมีแนวทางในการทำกิจกรรมต่อไป -

5. คำถามเพื่อให้เด็กเรียนเกิดความคิดและความสนใจที่จะประกอบกิจกรรม หรือ

ดำเนินการหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้

ฮีเทอร์ส (Heaters. 1977 : 344) ได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เลือกเนื้อหาบทเรียน แล้วจัดลำดับขั้นเนื้อหาให้ต่อเนื่องกันจากง่ายไปยาก
2. ประเมินหาความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีสอน และสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงความพร้อม และความต้องการของผู้เรียน
4. กำหนดรูปแบบการเรียนรู้
5. กำหนดหน้าที่ของครูผู้ประสานงานหรือจัดอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้
6. สร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนว่าบรรลุเป้าประสงค์ในการเรียนรู้หรือไม่

วาสนา ชาวหา (วาสนา ชาวหา 2525 : 131) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) โดยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเองที่มีอยู่ (Capacity) การเรียนการสอนที่จัดว่าเป็นแบบโปรแกรมนั้นต้องอยู่ในลักษณะหรือสภาพ 4 ประการ คือ

1. แบ่งขั้นตอนการเรียนรู้เป็นหน่วยย่อย ๆ และเรียงลำดับจากง่ายไปสู่ยาก (Gradual Approximation) จัดความรู้หรือเนื้อหาวิชาให้ผู้เรียนไปทีละขั้นทีละตอน และแต่ละขั้นย่อย ๆ นั้นได้มีการลำดับจากสิ่งง่ายไปหาสิ่งที่ยากขึ้นทีละน้อยอย่างต่อเนื่องกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย

2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำด้วยตนเอง อาจจะจัดในรูปของการซักถาม การทดสอบ การอภิปราย หรือวิธีการใดก็ตามที่อาศัยหลักการของจิตวิทยาในเรื่องการเสนอสิ่งเร้า เพื่อให้ผู้เรียนมีการตอบสนอง (S-R Theory) การเรียนการสอนในลักษณะนี้ทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน

3. ให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนของตนเองอย่างทันทีทันใด (Immediate Feed Back) ภายหลังจากที่นักเรียนได้ตอบสนองสิ่งเร้าแล้ว การแจ้งหรือเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้นักเรียน ได้ทราบผลทันทีทันใด จะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่องกันไม่ขาดตอน และไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน

4. ให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนเป็นระยะ ๆ (Successful Experience) เนื่องจากการแบ่งชั้นการเรียนออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้และแจ้งผลการตอบสนองของผู้เรียนอย่างฉับพลัน ทำให้ผู้เรียนได้รับความพอใจในความสำเร็จของตน เสมือนเป็นการให้รางวัล ซึ่งจัดว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง (Reinforcement) ทำให้ผู้เรียนอยากจะเรียนรู้ต่อไป

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

1. ขั้นวางแผนทางวิชาการ (Planning Stage) ซึ่งประกอบด้วย

1.1 กำหนดเนื้อเรื่อง ขอบข่ายของเรื่องและระดับชั้น เพื่อจะได้ดำเนินการเรื่องให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและถูกต้อง

1.2 การวางจุดมุ่งหมาย เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนบทเรียนให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด

1.2.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objectives) เป็นจุดมุ่งหมายกว้าง ๆ ของวิชานั้น

1.2.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะทำให้ผู้เขียนดำเนินการได้ตรงตามความมุ่งหมายเพราะจุดมุ่งหมายชนิดนี้กระจำที่สุด ซึ่งทุกคนสามารถเข้าใจตรงกัน และผู้วัดสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้

1.3 การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นการแตกเนื้อหาให้ละเอียดและเรียงลำดับจากง่ายไปยาก โดยระมัดระวังการข้ามขั้นตอนที่ควรจะได้กล่าวถึง และความสับสนในการเรียงลำดับเนื้อหาสิ่งใดควรกล่าวก่อนสิ่งใดควรกล่าวทีหลัง การกระทำขั้นนี้เรียกว่า "การวิเคราะห์ภารกิจ" (Task Analysis) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ตลอดบทเรียน

1.4 สร้างแบบทดสอบ เพื่อนำไปใช้สอบก่อนเรียน (Pretest) และหลังจากได้เรียนบทเรียนแล้ว (Posttest) ซึ่งจะเป็นเครื่องชี้ว่าบทเรียนนี้ใช้ได้หรือไม่ แบบทดสอบที่ใช้ก่อนและหลังบทเรียนสำเร็จรูปนี้ควรจะเป็นฉบับเดียวกัน หรือถ้าเป็นคนละฉบับก็ควรจะเป็นแบบทดสอบที่จัดในเนื้อหาเดิม และตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เพียงแต่ว่าข้อความหรือวิธีการพลิกแพลงแตกต่างกันออกไป

2. ขั้นตอนการเขียน (Development Stage) ในการเขียนบทเรียนนั้น ประกอบด้วยหน่วยย่อย ๆ ที่เรียกว่า กรอบ (Frame) โดยเริ่มจากกรอบเริ่มต้น (Set Frame) แล้วตามด้วยกรอบฝึก (Practice Frame) ทั้งสองกรอบนี้รวมเรียกว่ากรอบสอน (Teaching Frame) ในกรอบสอนนี้จะบอความรู้ให้ทีละน้อยจนกว่าผู้เรียนเข้าใจดีในเรื่องย่อยหรือจุดสอน ในจุดสุดท้ายของกรอบสอนจะมีกรอบสอบ (Criterion Frame) เพื่อดูว่าเด็กนักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนหรือยังแล้วจึงจะไปยังกรอบสอนและกรอบฝึกต่อไป

3. ขั้นตอนออกทดลอง (Try Out) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การทดลองเป็นรายบุคคลและแก้ไข (Individual Try Out and Revision) ควรเลือกนักเรียนในการทดลองที่อ่อนกว่าปานกลางเล็กน้อย โดยทำการทดสอบ (Pre-test) เสียก่อน จากนั้นให้นักเรียนได้เรียนบทเรียน ในขณะเดียวกันผู้สร้างบทเรียนต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและจับบันทึกไว้ เพื่อที่จะได้นำไปขัดเกลาบทเรียนให้ใช้ได้เหมาะสมต่อไป เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้วก็ให้ทำแบบทดสอบ (Posttest) อีกครั้งหนึ่ง

ระยะที่ 2 การทดลองเป็นกลุ่มและปรับปรุงแก้ไข (Group Tryout and Revision) นักเรียนที่จะนำมาทดลองในระยะนี้ควรจะเป็นนักเรียนปานกลาง จำนวน 5 - 8 คน ก่อนจะทำการทดลองควรจะให้สร้างความเข้าใจแก่นักเรียนเสียก่อน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจว่าตน

เป็นที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้ดีขึ้น จากนั้นก็ดำเนินการเหมือนกับการทดลองในระยะที่ 1

ระยะที่ 3 การทดลองภาคสนาม หรือทดลองกับห้องเรียนจริง และปรับปรุงแก้ไข (Field Tryout and Revision) ดำเนินการเหมือนระยะแรก ๆ เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่แน่ใจว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้

4. ขั้นใช้ผลผลิต (Implementation) เป็นขั้นที่นำบทเรียนที่ได้ผ่านการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ไปใช้กับนักเรียนที่อยู่ในสภาพชั้นเรียนทั่วไป ซึ่งผู้สร้างจะต้องติดตามผลการใช้บทเรียนนี้อยู่เสมอ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

คุณค่าของชุดการเรียนรู้

อาภรณ์ ขาติบุรุษ (อาภรณ์ ขาติบุรุษ 2517 : 6 - 7) ได้กล่าวถึง คุณประโยชน์ของชุดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ว่าจะมีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถของเด็กแต่ละคนในเรื่อง

1. ความรับผิดชอบในด้านการเรียน ความประพฤติ ความมีวินัยในตนเอง
2. การวัดผลในด้านความรู้อย่างเที่ยงตรง
3. การค้นหาความรู้ซึ่งนำไปสู่ความปรารถนาที่จะศึกษาไม่สิ้นสุด
4. ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดในเชิงวิพากษ์วิจารณ์
5. การรู้จักเลือกสรรสิ่งที่เหมาะสมแก่ตนเอง
6. การรู้จักตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ
7. การรู้จักเคารพผู้อื่น ความคิดเห็นของผู้อื่น

กาญจนา เกียรติประวัติ (กาญจนา เกียรติประวัติ ม.ป.ป. : 174) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของชุดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู ลดบทบาทในการบอกของครู
2. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพราะสื่อประสม (Multi Media)

ที่ได้จัดไว้ในระบบ เป็นการแปรเปลี่ยนกิจกรรมและช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ พิจารณาข้อมูล และฝึกความรับผิดชอบ การตัดสินใจ

4. เป็นแหล่งความรู้ที่ทันสมัย และคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้

5. ช่วยขจัดปัญหาการขาดครู เพราะผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง

6. ส่งเสริมการศึกษานอกระบบ เพราะสามารถนำไปใช้ได้ทุกเวลาและไม่จำเป็นต้องใช้เฉพาะในโรงเรียน

วาสนา ชาวหา (วาสนา ชาวหา 2525 : 139 - 140) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของชุดการเรียนไว้ว่า

1. นักเรียนสามารถเรียนได้ตามลำพัง เป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล โดยไม่ต้องอาศัยครูผู้สอน และเป็นไปตามความสามารถของผู้เรียน ในอัตราความเร็วของแต่ละคน โดยไม่ต้องกังวลว่าจะตามเพื่อนไม่ทัน หรือต้องเสียเวลาคอยเพื่อน

2. นักเรียนสามารถนำไปเรียนที่ใดก็ได้ตามความสะดวก

3. แก้ปัญหาการขาดแคลนครูได้เป็นบางโอกาส อาจใช้ชุดการเรียนนี้กับนักเรียนเนื่องจากครูไม่เพียงพอ หรือมีความจำเป็นมาสอนไม่ได้

4. ฝึกนักเรียนให้เรียนรู้โดยการกระทำที่นอกเหนือไปจากสภาพการณ์ในชั้นเรียนปกติ ที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ เป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนอย่างกว้างขวาง และเป็นกระบวนการบวนการเรียนรู้ (Process) มากกว่าเนื้อหา

กรีนวอลด์ (เชาวนิย์ อะยะวงค์ 2524 : 32 อ้างอิงมาจาก Grinewald. 1975) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนไว้ว่า

1. นักเรียนได้ใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง จะมีโอกาสศึกษาวัสดุประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในหัวข้อนั้นกว้างขวางขึ้น

2. นักเรียนเห็นคุณค่าและความจำเป็นของวัสดุประกอบการเรียน และพยายามที่จะศึกษาพิจารณาผลของการเรียนของตนว่า วัสดุใดบ้าง จะศึกษาเพิ่มเติมอะไรอีก

3. สื่อสารต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่แปลก ๆ จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อ

4. ชุดการเรียนรู้ จะมีคำแนะนำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนมีแหล่งวัสดุอื่น ๆ ที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด เป็นต้น

สรุปได้ว่า ชุดการเรียนรู้เป็นการรวบรวมสื่อสำเร็จรูป เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเรียนในลักษณะนี้จะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามความถนัดและความสามารถของแต่ละบุคคล นอกจากนั้นแล้วยังได้ทราบผลของการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของการเสริมแรงภายใน ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายหรือทอดทิ้งในการเรียนรู้ได้

ส่วนโครงสร้างของชุดการเรียนรู้นั้นได้มีผู้เสนอไว้หลาย ๆ รูปแบบ สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดการเรียนรู้โดยได้ดัดแปลงรูปแบบมาจากโครงสร้างชุดการเรียนรู้ของ การ์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973 : 150) โดยประกอบด้วย หัวข้อ หัวข้อย่อย จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุนิยามจากข้อความที่กำหนดให้ ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน ขั้นที่ 3 ตรวจสอบสมมติฐาน ขั้นที่ 4 สรุปผล และส่วนที่เป็นคำถามทบทวนพร้อมทั้งคำเฉลย สำหรับกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหานั้น ผู้วิจัยได้เสนอรูปแบบของการจัดกิจกรรมโดยยึดหลักของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) ซึ่งแบ่งลักษณะของกิจกรรมเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่นักเรียนฝึกปฏิบัติ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

1.1 กำหนดข้อความให้นักเรียนคิด

1.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่ข้อความระบุไว้

1.3 ให้ข้อมูลย้อนกลับและแนวทางที่จะดำเนินการตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทาง

วิทยาศาสตร์

2. ส่วนของการประเมินผลการปฏิบัติ ในส่วนนี้นักเรียนจะต้องตอบคำถามเพื่อทบทวนความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาชุดการเรียนรู้และตรวจคำตอบได้จากคำเฉลย

เอกสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

ความหมายของการแก้ปัญหา

เมเยอร์ และ ไฮด์เกอร์เคน (Mayer and Heidgerken. 1962 : 496) ได้กล่าวถึงปัญหาและการแก้ปัญหาไว้ว่า ปัญหาคือเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการดำเนินงานที่มาชักชวนมิให้บรรลุเป้าหมาย และการแก้ปัญหานั้นจำเป็นจะต้องศึกษาจากสาเหตุและที่มาของปัญหาและดำเนินการแก้ไขด้วยกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อขจัดปัญหาเหล่านั้นให้หมดไป

มาร์ค (Mark. 1965 : 393) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจและการค้นพบ ซึ่งในการแก้ปัญหานั้นจะก่อให้เกิดการพัฒนาความคิด และความสามารถในด้านต่าง ๆ แก่บุคคล

กู๊ด (Good. 1959 : 486) ได้ให้ความเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหานั้นเอง และได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาไว้ว่าเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในภาวะที่มีความยากลำบาก หรืออยู่ในภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่ได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน มีการเก็บรวบรวมข้อมูล นำมาหาความสัมพันธ์ เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

บุญเลี้ยง พลอาวุธ (บุญเลี้ยง พลอาวุธ 2511 : 45) ได้อธิบายถึงการแก้ปัญหาไว้ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบแผนของพฤติกรรมของคนที่หลุดพ้นจากอุปสรรค เพื่อให้บรรลุจุดหมายปลายทางที่ต้องการ และลักษณะของการแก้ปัญหามี 5 ประการ คือ

1. การแก้ปัญหาเป็นการกระทำที่มีจุดหมาย การกระทำที่ขาดจุดหมายไม่ถือว่าเป็นการแก้ปัญหา
2. การแก้ปัญหา คือการเลือกวิธีที่เหมาะสมกับผู้แก้ ปัญหาแต่ละปัญหามีวิธีการแก้หลายวิธี ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องเลือกเอาวิธีการที่เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการ
3. การแก้ปัญหาคงอาศัยความรู้แจ้งเห็นจริง หรือความหยั่งเห็น (Insight) การแก้ปัญหานั้นแต่ละครั้ง จะต้องศึกษาปัญหาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อน จึงจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้

4. การแก้ปัญหาเป็นการสร้างสรรค์ (Creative) อย่างหนึ่ง เมื่อแก้ปัญหาได้สำเร็จ ผู้แก้ปัญหาย่อมมีสติปัญญางอกงามขึ้น

5. การแก้ปัญหา ต้องได้ผลตามความมุ่งหมาย

สวนา พรพัฒน์กุล (สวนา พรพัฒน์กุล 2522 : 273 - 274) ได้ให้ความเห็นว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแก้ปัญหาที่ดีและใหม่ที่สุด เป็นวิธีการที่เกี่ยวกับการรวบรวมข้อเท็จจริง การตั้งสมมติฐานเพื่อหาข้อยุติ ปัญหาแต่ละคนอาจจะไม่เหมือนกัน วิธีการให้เหตุผลก็อาจจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับข้อเท็จจริงที่รวบรวมมาหรือประสบการณ์ที่มีอยู่

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ปัญหาเป็นสิ่งยุ่งยากที่เราจะต้องหาทางแก้ไข การที่จะแก้ปัญหาให้ลุล่วงได้นั้น บุคคลจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์ ความรู้ ความคิด ตลอดจนจะต้องรู้ถึงวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาเป็นอย่างดี

รูปแบบของการแก้ปัญหา (Problem - Solving - Models)

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์นั้น ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ (Piaget) พบว่า ความสามารถทางด้านนี้จะเริ่มพัฒนามาตั้งแต่ขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ซึ่งอยู่ในช่วงอายุประมาณ 7 - 8 ปี โดยจะเริ่มจากความสามารถในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาถึงระดับพัฒนาการขั้น ปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม (Formal Operational Stage) ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่อายุ 11 - 12 ปี เด็กจะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลดีขึ้น สามารถที่จะคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนขึ้น สามารถเรียนรู้สิ่งที่เป็นามธรรม ชนิดซับซ้อนได้

ในเรื่องของการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์นั้น โทมัส (Thomas. 1972 : 7) ได้กล่าวเอาไว้ว่า มนุษย์เราต้องพึ่งสติปัญญาและความคิดเพื่อแก้ปัญหา นักจิตวิทยาเชื่อว่ากระบวนการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์นั้น มีลักษณะเป็นขั้น ๆ ซับซ้อน จอห์น คิวอี้ ได้ค้นพบขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์ และได้สรุปเป็นขั้นไว้ 5 ขั้น ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1910 ซึ่งปรากฏว่ารูปแบบการแก้ปัญหาของ จอห์น คิวอี้ นี้ได้รับการยอมรับมาตลอด นักจิตวิทยาหลายคนได้สรุปและขยายขั้นตอนนี้ออกไปแล้ว แต่ทัศนะของแต่ละคน ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของ จอห์น คิวอี้ มีดังนี้

1. รู้สึกว่ามีปัญหาเกิดขึ้น (Recognize Problem)
2. ทำการวิเคราะห์ปัญหา (Analyze Problem)
3. คิดวิธีแก้ปัญา (Generate Solution)
4. นำวิธีการแก้ปัญาที่คิดขึ้นไปทดลอง (Test Consequences)
5. ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญาที่เห็นว่าดีที่สุด (Judge Selected Solution)

นอกจาก จอห์น คิวอี้ ยังมีนักจิตวิทยาหลายคนได้ทำการค้นคว้ารูปแบบการคิดแก้ปัญาของมนุษย์ และสรุปเป็นขั้น ๆ ไว้ดังนี้

พาร์นส์ (Thomas. 1972 : 8 citing Parnes. 1967) ได้แบ่งขั้นตอนการคิดแก้ปัญาออกเป็น 4 ขั้น คือ

1. ค้นหาความจริง (Fact Finding)
2. ค้นหาตัวปัญา (Problem Finding)
3. ค้นหาความคิดที่จะนำมาแก้ปัญา (Idea Finding)
4. ค้นหาวิธีแก้ปัญาได้สำเร็จ (Solution Finding)

โพลยา (Thomas. 1972 : 8 citing Polya. 1957) ได้แบ่งขั้นตอนการคิดแก้ปัญาออกเป็น 4 ขั้น คือ

1. ทำความเข้าใจปัญา (Understanding the Problem)
2. วางแผนที่จะแก้ปัญา (Devison a Plan to Solve the Problem)
3. ลงมือปฏิบัติตามวิธีที่สร้างขึ้น (Carrying Out the Plan)
4. ประเมินผล (Looking Back)

ชูลแมน (Thomas. 1972 : 8 citing Shulman. 1968) ได้แบ่งขั้นตอนการคิดแก้ปัญาออกเป็น 4 ขั้น คือ

1. รู้สึกมีปัญา (Problem Sensitivity)
2. รู้ตัวปัญา (Problem Formulation)
3. แสวงหาวิธีแก้ (Search Behavior)
4. ตั้งเจตนารมณ์ที่จะแก้ปัญา (Resolution)

ทอร์เรนซ์ (Thomas. 1972 : 8 citing Torrance. 1962) ได้แบ่งขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาออกเป็น 9 ขั้นตอน คือ

1. สังเกต (Observation)
2. นิยามปัญหา (Definition)
3. เตรียมที่จะแก้ปัญหา (Preparation)
4. วิเคราะห์ปัญหา (Analysis)
5. สร้างความคิด (Ideation)
6. ใช้เวลาพิจารณา (Incubation)
7. สรุปหาหนทางแก้ปัญหา (Synthesis)
8. ประเมินผล (Evaluation)
9. สร้างวิธีการแก้ปัญหานั้น (Development)

จอห์นสัน (วรรณคดี วรรณศิลป์ 2522 : 21 อ้างอิงมาจาก Johnson. 1955) ได้แบ่งลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. เตรียมการ (Preparation Period) เป็นขั้นที่บุคคลมีแนวความคิดเกี่ยวกับปัญหาว่า อะไรคือปัญหา อะไรคือเกณฑ์ในการแก้ปัญหา
2. ขั้นผลงาน (Productive Stage) เป็นการพิจารณาแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา พอเพียงที่จะทำการเลือกใช้ในการแก้ปัญหา
3. ตัดสินใจ (Judgment Stage) จากขั้นที่ 2 ทำให้บุคคลสามารถที่จะตัดสินใจเลือกใช้วิธีการที่จะแก้ปัญหาได้

วอลลาส (วรรณคดี วรรณศิลป์ 2522 : 19 อ้างอิงมาจาก Wallas. 1978) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการในการแก้ปัญหาไว้ว่า ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) ผู้แก้ปัญหามust ต้องพิจารณาตัวปัญหาอย่างถี่ถ้วนและเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้สำหรับการแก้ปัญหานั้น
2. ขั้นพักตัวของความคิด (Incubation) มีการรวบรวมความคิด ผู้แก้ปัญหายามหาความสัมพันธ์ของความรู้และข้อมูลที่ได้นำ

3. ขั้นเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา (Insight or Illumination) ผู้แก้ปัญหา
เห็นแนวทางในการแก้ปัญหา และเห็นความสัมพันธ์ใหม่ของความรู้และข้อมูลที่ได้มา

4. ขั้นประเมินผล (Evaluation and Revision) มีการทดสอบดูว่าความสัมพันธ์
หรือคำตอบที่พบใหม่เป็นจริงหรือไม่

แอตकिनสัน (วีระ เมืองช้าง 2525 : 16 อ้างอิงมาจาก Atkinson. 1961)
ได้แบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหออกเป็น 9 ขั้น ดังนี้

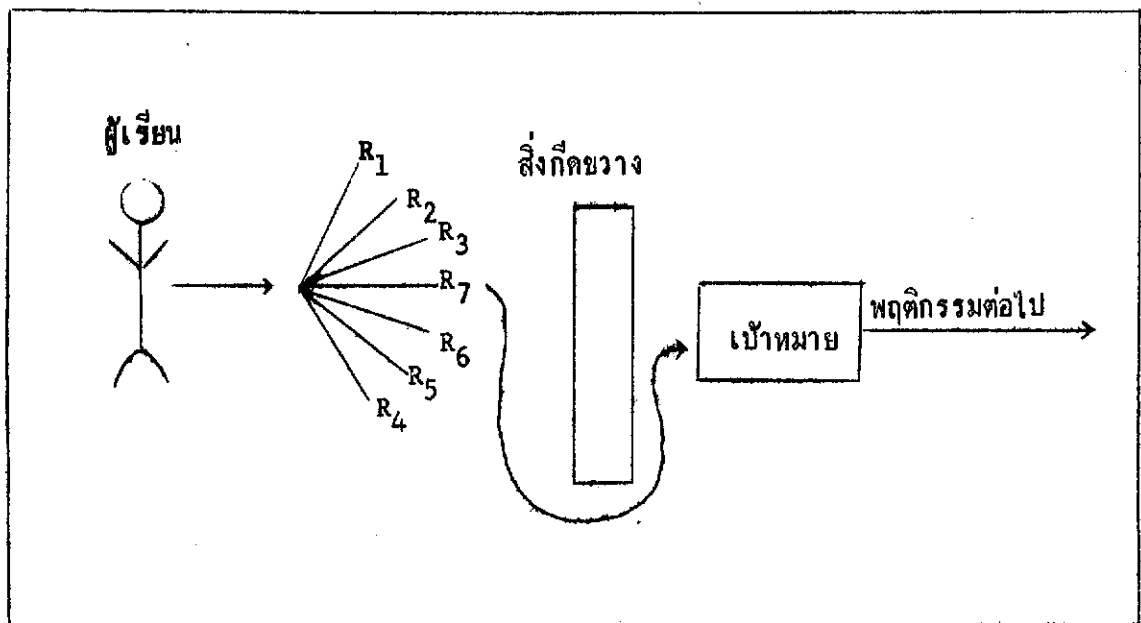
1. ขั้นนิยามปัญหา (Recognition and Definition)
2. ขั้นพิจารณาตรวจสอบการทดลองเดิม ซึ่งจะใช้ในการแก้ปัญหา (Consideration of Previous Experience)
3. ขั้นค้นหาความคิดใหม่ ๆ หรือหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนการแก้ปัญหา (Searching for New Ideas or Facts)
4. ขั้นศึกษาและประเมินผลของการศึกษาค้นคว้าหรือเลือกหาวิธีปฏิบัติ (Study and Evaluation)
5. ขั้นตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาดำเนินงาน (Determination of One Approach)
6. ขั้นทดสอบ (Testing)
7. ขั้นสรุป (Conclusion)
8. ขั้นนำข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือการทดลองที่เหมือนเดิม (Using the Conclusion in a Particular Situation)
9. ขั้นนำข้อสรุปไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ (Statement of the Conclusion as a Generalization to be Used in Solving Other Similar or New Problem)

เวย์ร์ (Weir. 1974 : 18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

ประสาธ อิศรปริศา (ประสาธ อิศรปริศา 2523 : 194) ได้เสนอวิธีการและลำดับขั้นของการแก้ปัญหาออกมาใน 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

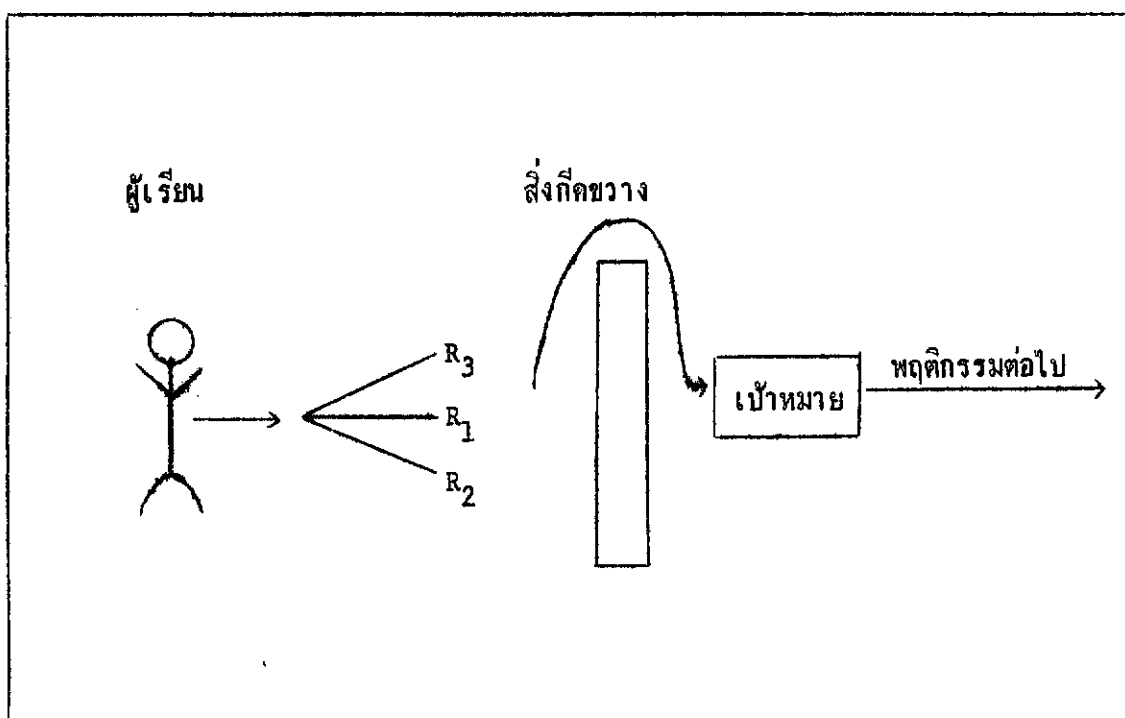
1. การแก้ปัญหาของแบบลองผิดลองถูก การแก้ปัญหาดังวิธีนี้ ส่วนใหญ่จะใช้กับปัญหาที่ผู้เผชิญปัญหาไม่สามารถมองเห็นแนวทาง หรือไม่อาจคิดวิธีที่จะแก้ปัญหานี้ได้ จึงจำเป็นต้องทำการทดลองแบบเคาะสุ่มหลายอย่าง เพื่อจะหาวิธีที่ดีที่สุดที่จะแก้ปัญหานั้น



ภาพประกอบ 2 การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก

จากภาพ ผู้แก้ปัญหามustทำการทดลองแบบเคาะสุ่มด้วยวิธีต่าง ๆ ถึง 7 วิธี จึงจะสามารถแก้ปัญหาได้

2. การแก้ปัญหด้วยการหยั่งเห็น วิธีแก้ปัญหาลักษณะนี้ผู้แก้ปัญหามustต้องอาศัยกระบวนการทางสติปัญญา การคิด และการรับรู้ การแก้ปัญหามustเริ่มด้วยการรับรู้รูปร่างทั้งหมดของปัญหา พิจารณาความสัมพันธ์ของส่วนรวมทั้งหมด แล้วก็มองเห็นช่องทางหรือช่องทางที่จะแก้ปัญหานั้นที่เห็นในใจอย่างกระจ่างแจ้งโดยตลอด



ภาพประกอบ 3 การแก้ปัญหาโดยวิธีหยั่งเห็น

ในการแก้ปัญหานั้น บางปัญหาเราก็สามารถแก้ไขให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการได้โดยง่าย บางปัญหาก็อาจจะต้องใช้เวลา เพื่อคิดหาลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนนั้น ได้มีผู้กล่าวถึงกระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ต่าง ๆ กัน ซึ่งอาจจะสรุปได้ดังนี้

1. เกิดแรงจูงใจที่จะแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องมีความต้องการที่จะแก้ปัญหาหรือมีความสนใจในสิ่งนั้นเป็นพื้นฐาน
2. การรวบรวมข้อมูลที่จะแก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนก็จะต้องใช้ความคิด และจะต้องพยายามรวบรวมความคิด ความรู้ และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อจะแก้ปัญหานั้น
3. การมองเห็นช่องทางที่จะแก้ปัญหา พยายามค้นคว้ารวบรวมสิ่งที่จะช่วยแก้ปัญหา เราอาจจะมองเห็นวิธีที่จะช่วยแก้ปัญหาได้หลายทางด้วยกัน ซึ่งเราก็ไม่แน่ใจนักว่า วิธีใดดีที่สุดที่จะแก้ปัญหาได้

4. การใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา ในที่นี้จะประเมินว่าวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ ในขั้นที่ 3 นั้น วิธีใดดีที่สุด

5. ทบทวนเพื่อหาข้อบกพร่อง ถ้าการแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์ ควรจะหาจุดบกพร่องเพื่อจะได้นำมาแก้ไขในการแก้ปัญหาต่อไป

เมื่อพิจารณารูปแบบและกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว จะพบว่า โดยสาระแล้วรูปแบบต่าง ๆ จะมีส่วนที่คล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันแต่เพียงการใช้คำ (Wording) และการยืดขยายขั้นตอนขึ้นลงของนักจิตวิทยาแต่ละคน และความสลับซับซ้อนของลักษณะของปัญหาที่แต่ละคนได้พบมา

วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่สองส่วน ได้แก่ ส่วนที่เป็นความรู้ และส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ กฎ หลักการ และทฤษฎี สิ่งเหล่านี้มิได้เกิดขึ้นเอง แต่ได้มาจากการที่มนุษย์สนใจที่จะหาคำตอบต่อสิ่งที่ปัญหา โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการหาคำตอบของปัญหานั้น ถึงแม้กระบวนการต่าง ๆ ที่มนุษย์นำมาใช้จะมีความแตกต่างกัน แต่มีลักษณะร่วมกันอยู่บ้าง คือสามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้แก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น อาจจะนำไปใช้กับปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของบุคคลในอาชีพต่าง ๆ ได้ นอกจากนั้นการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้ที่นำไปใช้ไม่ด่วนสรุปอะไรอย่างปราศจากเหตุผล แต่จะสังเกตอย่างถี่ถ้วน หาข้อมูลเพิ่มเติมถ้ายังไม่เพียงพอ เพื่อนำไปสู่การทดสอบหาสาเหตุหรือวิธีการที่ถูกต้อง (ทบทวนมหาวิทยาลัย 2525 : 231 - 233)

สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 9 - 10) ได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบ กล่าวคือ เมื่อคนเรามีความสนใจหรือต้องการที่จะแก้ปัญหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็จะหาทางค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ

วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมีหลายวิธี แต่ที่นิยมกันมากได้แก่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น อาจจะมี 5 ขั้นบ้าง 6 ขั้นบ้าง แต่แนวหลักแล้วเหมือนกัน ซึ่งถือว่าเป็นการจำลองรูปแบบของการค้นคว้าหรือการเสาะแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ โดยสรุปได้เป็น 4 ขั้น ดังนี้

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

อำนาจ เจริญศิลป์ (อำนาจ เจริญศิลป์ 2526 : 37) ได้แบ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา ต้องสำรวจให้แน่นอนว่า ปัญหาอยู่ที่ไหน อะไรคือปัญหาที่แท้จริง
2. การตั้งสมมติฐาน ต้องสำรวจดูว่าอะไรเป็นข้อมูลที่จะทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ
3. การทดลองและเก็บข้อมูล ลงมือแก้ปัญหาจากสมมติฐานที่ตั้งไว้
4. การวิเคราะห์ข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์อย่างรอบคอบ แล้วรายงานผล

5. สรุปผล แนวทางแก้ปัญหาได้ผลอย่างไร มีข้อบกพร่องอย่างไร เรียบเรียงเป็นเรื่องราวและบันทึกผลไว้

มังกร ทองสุคี่ (มังกร ทองสุคี่ 2522 : 7 - 22) ได้สรุปว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (The Method of Intelligence) เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาได้อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทุกสาขา ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้น คือ

1. การกำหนดปัญหาได้ถูกต้อง (Problem)
2. การตั้งสมมติฐาน (Hypotheses)

3. การทดลองและเก็บข้อมูล (Gathering Data)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis)

5. การสรุปผลและการนำไปใช้ (Conclusion and Application)

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 231 - 233) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า จะต้องอาศัยความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skills) เช่น ทักษะในการสังเกต การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ การจำแนก การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การทำนาย การสรุปอ้างอิง การให้นิยามปฏิบัติการ การแปลความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง และการควบคุมตัวแปร การทดลอง และการสรุปผล การทดลอง โดยนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในแต่ละขั้นตามต้องการและเหมาะสมในการใช้ และในการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น ในขั้นแรกจะต้องมีการบ่งชี้ปัญหา แล้วตั้งสมมติฐานขึ้น จากนั้นก็กำหนดวิธีการสังเกต หรือวิธีทดลองเกี่ยวกับเรื่องราวนั้น ๆ แล้วทำการสังเกตหรือทดลองจนได้ข้อมูลต่าง ๆ รวบรวมไว้เป็นผลสรุปของการทดลอง หรือเป็นคำตอบของปัญหา ซึ่งสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ทดลอง
4. สรุปผลการทดลอง

จากที่กล่าวมาทั้งหมดพอสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวความรู้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการแสวงหาความรู้ นั้น เป็นกระบวนการคิดและการกระทำที่มีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริง หากความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา การค้นหาความรู้หรือหาคำตอบของปัญหานั้น มีหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันมาก คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ ตลอดจนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นได้มีผู้กำหนดเอาไว้หลาย ๆ ลักษณะ ดังที่กล่าวมาแล้ว เมื่อพิจารณาโดยส่วนรวมแล้วก็อยู่ในข่ายเดียวกัน สำหรับในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มุ่งเน้นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นได้ยึดตามแนวของคณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิควัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ระบุปัญหาจากข้อความที่กำหนดให้
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ตรวจสอบสมมติฐาน
4. สรุปผล

การสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จัดเป็นวิธีสอนแบบหนึ่งที่น่าเอาขั้นตอนหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบมาใช้ในการสอน วิธีสอนแบบนี้อาจจะเรียกได้หลายอย่างเช่น วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ หรือวิธีสอนแบบแก้ปัญหา (Problem-Solving) หรือวิธีสอนแห่งปัญญา ผู้ที่ถนัดวิธีสอนแบบนี้ขึ้นมาก็คือ จอห์น ดีวอี้ (John Dewey) โดยยึดหลักที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น โดยนักเรียนจะนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งจะให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จริง ๆ ในการคิด ที่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์

สำหรับวิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีผู้กำหนดขั้นตอนของการสอนไว้หลาย ๆ ลักษณะ ดังต่อไปนี้

สุเทพ อุดาหะ (สุเทพ อุดาหะ 2526 : 68 - 69) ได้แบ่งการสอนแบบแก้ปัญหาออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ตั้งปัญหา ปัญหานั้นควรเป็นปัญหาของผู้เรียน ซึ่งการทำให้ผู้เรียนเกิดปัญหา อาจทำได้หลายวิธี เช่น

1.1 การถามนำเข้าสู่ปัญหา

1.2 การเล่าประสบการณ์ของครูและนักเรียน

1.3 การใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาตั้งขึ้นเป็นปัญหา

1.4 การจัดสถานการณ์ในห้องเรียนกระตุ้นให้เกิดปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานและวางแผนในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ประกอบด้วย

2.1 การวิเคราะห์ปัญหา คือ การแยกแยะปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ

2.2 ให้นักเรียนช่วยกันเสนอแนะกิจกรรมเพื่อที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ

เช่น อาจจะมีการค้นคว้าจากห้องสมุด การทดลอง การศึกษานอกสถานที่ ฯลฯ

2.3 ให้นักเรียนแต่ละหมู่รับผิดชอบในการแก้ปัญหาแต่ละข้อ

ขั้นที่ 3 การเก็บข้อมูลให้นักเรียนแต่ละหมู่ลงมือปฏิบัติงาน ทำการค้นคว้าทดลองหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาด้วยการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยครูให้ความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนแต่ละหมู่สรุปผลการศึกษาค้นคว้าและทดลอง

ขั้นที่ 5 การสรุปผล ครูและนักเรียนสรุปร่วมกันว่าจะใช้วิธีใดแก้ปัญหาดีที่สุด เพราะเหตุใด เป็นผลจากการค้นคว้าทดลองของนักเรียน นักเรียนสามารถแก้ปัญหานั้นได้ และสามารถสรุปตั้งเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการได้

สมจิต สวณไพบูลย์ (สมจิต สวณไพบูลย์ 2526 : 99 - 101) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของปัญหา (Location of Problem) การที่จะได้ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ ครูและนักเรียนร่วมกันเตรียมเรื่องที่จะเรียนออกมาในรูปของปัญหา ได้รับความสนใจของนักเรียนให้เกิดจุดร่วมของปัญหาต่าง ๆ รวมกัน ในเรื่องที่จะเรียน กิจกรรมที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหาอาจจะได้แก่

1.1 การให้สังเกตของจริง ภาพประกอบที่ครูหรือนักเรียนช่วยกันเตรียมมา อภิปรายร่วมกันจนเกิดปัญหา

1.2 อาศัยการทดลองหรือการสาธิตเป็นขั้นตอนเพื่อนำไปสู่การเกิดปัญหา

1.3 การเล่าเรื่องตำนานหรือนิทานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นการเร้าความสนใจให้เกิดขึ้น และการตั้งปัญหาจะตามมาในภายหลัง

1.4 การให้ดูภาพยนตร์ สไลด์ และฟิล์มสตริป

1.5 การทายปัญหา

1.6 การใช้ข่าวและเหตุการณ์ประจำวัน หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นขณะนั้น

1.7 การสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจ เช่น บทบาทสมมุติ เล่นเกมหรือสถานการณ์อื่น เพื่อเป็นการสร้างให้เกิดปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา (Setting Up of Hypothesis) สมมติฐานจะเกิดจากการที่ได้สังเกตข้อเท็จจริงต่าง ๆ จนสามารถคาดคะเนหรือเดาสีต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล การตั้งสมมติฐานจะเป็นไปในลักษณะการวางแผนกิจกรรมร่วมกัน เพื่อที่จะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่าง ๆ คือหาว่าจะใช้วิธีใดในการหาคำตอบ ซึ่งจะต้องใช้หลาย ๆ วิธีรวมกัน ไม่ใช่เพียงวิธีใดวิธีหนึ่งเพียงวิธีเดียว

ขั้นที่ 3 ทดลองและรวบรวมข้อมูล (Experimenting and Gathering Data) เมื่อได้วางแผนกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อที่จะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาแล้ว ก็จะลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่าน หรือจากการทดลอง แล้วฉบับที่กรายละเอียดของข้อมูลเหล่านั้นเอาไว้ ครูจะมีบทบาทเป็นที่ปรึกษาคอยแนะแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แนะนำแหล่งข้อมูลหรือเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลองให้พร้อม

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Data) เมื่อครูและนักเรียนได้ความรู้ต่าง ๆ จากปัญหาที่วางไว้เป็นแนวทางแล้ว ก็ควรจะนำข้อมูลนั้นมาเสนอ เพื่อให้สมาชิกได้อภิปรายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของแต่ละบุคคล มีการซักถามหรือแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้ ครูจะต้องเป็นผู้คอยตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริง ช่วยขยายเพิ่มเติมส่วนที่ยังขาดและเสริมส่วนที่ยังคลุมเครือให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 สรุปผล เป็นขั้นที่มีการสรุปผลที่ได้จากข้อมูล เพื่อเป็นความรู้ใหม่ต่อไป

การสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น ถึงแม้จะมีขั้นตอนต่าง ๆ แตกต่างกันไปบ้าง แต่โดยส่วนรวมแล้วก็จะอยู่ในข่ายเดียวกัน การสอนวิธีนี้จะประสบผลสำเร็จได้อย่างไรนั้น ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญมาก ในการฝึกการแก้ปัญหาแก่นักเรียนนั้น ควรจะปล่อยให้ นักเรียนได้คิดเองให้มากที่สุด ครูจะช่วยเมื่อจำเป็นจริง ๆ และสิ่งที่ขาดไม่ได้สำหรับการสอน แบบนี้คือ การกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ส่งเสริมให้กำลังใจ ให้ข้อเสนอแนะ ทั้งนี้เพราะการส่งเสริม ให้นักเรียนได้คิดและกระทำ เช่น ส่งเสริมให้คิดถึงสาเหตุของปัญหา รู้จักการตั้งสมมติฐานให้ตรงกับ สาเหตุของปัญหา ส่งเสริมให้รู้จักทดลอง รู้จักวิเคราะห์ และรู้จักสรุปผลของการวิเคราะห์ จะเป็น แนวทางหนึ่งที่จะนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ ตลอดจนเป็นผู้ที่มี ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้อธิบายและสรุปแนวความคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ไว้หลายรูปแบบด้วยกัน กล่าวคือ

ฮัทชินสัน (Hutchinson. 1949 : 42 - 44) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็น กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ที่อาจจะใช้ระยะเวลา คิดอันรวดเร็วหรือยาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหานั้น หรือความคิดสร้างสรรค์ก็คือ การหยั่งรู้ ซึ่งมี ลำดับขั้นการคิดดังนี้ คือ

1. ขั้นเตรียม เป็นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ รู้จักทดลองผิดลองถูก และตั้ง สมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ
2. ขั้นครุ่นคิด เป็นระยะที่มีอารมณ์ต่าง ๆ เช่น กระวนกระวาย รู้สึกถึงเครียด อันเนื่องมาจากการครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหา แต่ยังไม่คิดไม่ออก
3. ขั้นการเกิดความคิด เป็นระยะการเกิดความคิดฉับพลันขึ้นมาในสมองทันทีทันใด มองเห็นวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ

4. ขั้นพิสูจน์ เป็นระยะตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อตอบที่ออกมานั้นเป็นจริงหรือไม่

กิลฟอร์ด (Guilford. 1959 : 389) ได้ศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทั่วไปในการทำงานของสมอง เป็นความคิดได้หลายทิศทาง เรียกว่า ความคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) ความสามารถที่ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของสมองในการคิดตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว แล้วยืดหยุ่น และมีการตอบสนองในปริมาณมาก
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของสมองในการคิดได้อย่างกว้างขวาง
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถทางสมองของมนุษย์ในการคิดสิ่งที่แปลกใหม่ และเป็นการตอบสนองที่ไม่ซ้ำกับคนอื่น
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการคิดและการทำงานด้วยความละเอียดถี่ถ้วน

หลักความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดมุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น มีด้วยกัน 4 ชนิด คือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3. ภาษา
4. พฤติกรรม

ทอแรนซ์ (Torrance. 1963 : 47) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในรูปกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งบกพร่องที่ขาดหายไปแล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานและวิเคราะห์ข้อมูล สุกท้ายรายงานผลที่ได้เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ ทั้งนี้เน้นถึงผลิตผลใหม่หรือความคิดใหม่ว่าเป็นสิ่งสำคัญ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยกระบวนการคิด 4 ขั้น คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานี้
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น
4. กระบวนการที่ได้ผลลัพธ์ออกมา

เดอวิต (Devito, 1971 : 208) ได้กำหนดขั้นตอนของการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นสัมผัสหรือเผชิญกับสถานการณ์ ซึ่งส่วนมากจะเป็นปัญหาต่าง ๆ ปัญหาจะถูกนำมาวิเคราะห์ กำหนดนิยามเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจถึงตัวของปัญหาและส่วนประกอบ
2. ขั้นผสมผสาน (Manipulate) หลังจากรู้สภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ความคิดที่จะแก้ปัญหาก็จะถูกนำมาผสมผสาน ซึ่งต้องอาศัยความขบถองใจและความเข้าใจในปัญหา
3. ขั้นพบอุปสรรค (Impasse) เป็นขั้นที่เกิดขบถองใจ และเป็นขั้นสูงสุดของการแก้ปัญหา ในขั้นนี้จะมีความรู้สึกว่าวิธีการบางประการในการแก้ปัญหานั้นใช้ไม่ได้ คิดไม่ออก รู้สึกล้มเหลวในการแก้ปัญหา
4. ขั้นคิดออก (Eureka) เป็นขั้นคิดแก้ปัญหาได้ในทันทีทันใด หลังจากพบอุปสรรคมาแล้ว ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในการแก้ปัญหานั้น ๆ
5. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นที่ต่อจากขั้นพบอุปสรรคและขั้นคิดออกเพื่อพิสูจน์ ตรวจสอบความคิดเพื่อรองรับหรือยืนยันความคิดดังกล่าว

แอนเดอร์สัน และคนอื่น ๆ (Anderson and others, 1970 : 90) ได้กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกมาซึ่งความคิดใหม่ ๆ เป็นการกระทำที่บุคคลเลือกมาจากประสบการณ์ที่ผ่านมา เพื่อสร้างรูปแบบอย่างใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลิตผลงานใหม่ ความคิดสร้างสรรค์มีอยู่ในตัวมนุษย์ทุกคน ในระดับแตกต่างกัน และสามารถจะพัฒนาได้ถ้าจัดสภาพการณ์ให้เหมาะสม

สมพงษ์ รุจิวรรณ (สมพงษ์ รุจิวรรณ 2516 : 6) กล่าวถึงความหมายของ ความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถในการนำเอาสิ่งต่าง ๆ มาประกอบกันเข้าเป็น สิ่งแปลกใหม่ไปจากเดิม โดยมีสิ่งเฝ้าเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความคิดที่ต่อเนื่องกันไป คนที่มีความคิด สร้างสรรค์สูงจะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการระลึกละเอียดต่าง ๆ ได้มาก และแปลกไปจากคนอื่น ๆ

บุญเหลือ ทองอยู่ (บุญเหลือ ทองอยู่ 2521 : 17) ได้กล่าวถึงความหมายของ ความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้ คือ การสร้างสรรค์หมายถึงการแสดงออกถึงสิ่งที่มีอยู่ในตัวเอง อาจจะ เป็นการกระทำ การผลิต การตกแต่ง หรือการแสดงความคิดใหม่ ๆ ซึ่งมีอยู่ภายในความคิดของ แต่ละคน

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 2524 : 10) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นลักษณะ ของความคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) หรือความคิดหลายทิศทางที่จะนำไปสู่กระบวนการคิดประพันธ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิดและค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ตลอดจนความสำเร็จในการคิดค้นพบวิธีต่าง ๆ อัน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ซึ่งลักษณะ ของความคิดอเนกนัย ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำและแตกต่างไปจากคนอื่น ความคิดยืดหยุ่น หมายถึงประเภทของความคิด ความคิดคล่องตัว คือปริมาณความคิดไม่ซ้ำกัน และความคิดละเอียดลออ คือความคิดในรายละเอียดที่ขยายความคิดริเริ่มให้สมบูรณ์

วิชัย วงษ์ใหญ่ (วิชัย วงษ์ใหญ่ 2523 : 4) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ว่า ความคิดสร้างสรรค์คือความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้งนอกเหนือไปจากลำดับขั้น ของการคิดอย่างปกติ เป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดหลายแง่หลายมุม ประสมประสานกันจนได้ ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์

อารี รังสินธ์ (อารี รังสินธ์ 2527 : 52) ได้สรุปเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ไว้ว่า หมายถึงลักษณะความคิดแบบอเนกนัย ความคิดจินตนาการ ซึ่งเกิดจากความรู้สึกไว เข้าใจ และมีปฏิกิริยาตอบสนอง อันนำไปสู่กระบวนการคิดค้นพบสิ่งประพันธ์แปลกใหม่ ทัศนคติต่าง ๆ อันเป็น ประโยชน์ต่อสังคมและเป็นไปในทางสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะเฉพาะ 4 อย่าง คือ

1. ความคิดสร้างสรรค์มีอยู่ในตัวบุคคลทุกคน
2. ประกอบด้วยความคิด
3. ประกอบด้วยการกระทำ
4. ทั้งความคิดและการกระทำจะมีลักษณะเป็นของตนเอง ไม่ลอกเลียนแบบใคร

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้หลาย ๆ ลักษณะ เช่น

ฟิลทซ์ และ ซันด์ (ซูปรียา ลำเจียก 2522 : 18 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป แต่จะแตกต่างกันในข้อปลีกย่อยที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทางของความคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้การแก้ปัญหา รวมทั้งค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยบุคคลผู้นั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) ซึ่งประกอบด้วย ทักษะการสังเกต การตั้งปัญหา การค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา การรวบรวมความรู้เพื่อดำเนินการทดลอง อีกทั้งความพยายามในการทดลองหลาย ๆ ครั้ง ไม่ว่าผลที่ปรากฏออกมาจะล้มเหลวหรือไม่ก็ตาม

อนันต์ จันทรภักดิ์ (อนันต์ จันทรภักดิ์ 2525 : 3 - 10) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า ทดลองและแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้มาจากการสังเกตพฤติกรรมตรวจรายงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์ และ/หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทัศนีย์ บุญเติม (ทัศนีย์ บุญเติม 2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงการแสดงความคิดริเริ่ม ความคิดริเริ่ม และความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นทักษะในการตั้งสมมติฐานและทักษะในการออกแบบและวางแผนการทดลอง

สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 2) ได้กล่าวว่า ความสามารถของมนุษย์ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเกิดจากความช่างสังเกต ความช่างประคิษฐ์คิดค้น ความคิดที่จะแก้ปัญหาในสถานการณ์และรูปแบบต่าง ๆ นำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ การประคิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ อันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ความคิดในลักษณะนี้เป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทอแรนซ์ และ ไมเยอร์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 10 - 11 อ้างอิงมาจาก Torrance and Myers. 1972) ได้ระบุว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาความจริง (Fact-Finding) เป็นขั้นที่ค้นหาว่าข้อมูลใดบ้างที่จะเป็นสาเหตุของความรู้สึกลบสน รุนวาย (Mass) ในสถานการณ์นั้น ๆ

ขั้นที่ 2 การค้นหาปัญหา (Problem-Finding) เมื่อได้ข้อมูลจากข้อ 1 แล้วก็จะประมวลข้อมูลเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของปัญหาที่ชัดเจน

ขั้นที่ 3 การค้นหาแนวความคิด (Idea-Finding) เป็นขั้นที่จะต้องพยายามหาทางแก้ปัญหาในรูปแบบของการใช้ความคิดหลายแง่หลายมุม แล้วประมวลแนวความคิดที่เห็นว่าเหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 4 การค้นหาวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา (Solution-Finding) เป็นขั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวความคิดที่ประมวลเอาไว้ จนถึงขั้นที่ได้วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 5 การค้นหาความยอมรับ (Acceptance-Finding) เป็นขั้นที่นำเอาวิธีการแก้ปัญหาในขั้นที่ 4 ไปใช้กับปัญหาอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน เพื่อเป็นการยอมรับในวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบ และอาจจะก่อให้เกิดการคิดแก้ปัญหาอื่น ๆ ต่อไป

จากที่กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทั้งกระบวนการคิดและการกระทำ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันจะก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อสังคม ซึ่งจะเป็นส่วนผลักดันให้สังคมเจริญก้าวหน้าต่อไป

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่อยู่ในทุกคน สามารถส่งเสริมและพัฒนาได้ ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน ซึ่งได้มีผู้เสนอแนวคิดในการพัฒนาไว้หลาย ๆ ลักษณะ เช่น

เคอร์ ซีคโก (De Cecco. 1968 : 459) กล่าวว่า ครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิด และความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาได้ และให้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. จัดปัญหาให้นักเรียนแก้ ทั้งนี้เพราะความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ที่ครูเตรียมปัญหาไว้ให้แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ดังกล่าวจึงจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน ถ้านักเรียนรู้สถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าใด นักเรียนจะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น

2. ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยวิธีระดมพลังสมอง

3. ให้รางวัล เมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund. 1971 : 32) กล่าวว่าในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเกิดความเข้าใจในสภาพความจริงเกี่ยวกับตนเอง ควรฝึกให้นักเรียนมีความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) คือความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และหากำตอบเพื่อแก้ปัญหาได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด

2. ความยืดหยุ่น (Flexibility) คือความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างกันได้หลายประเภท และหลายทิศทาง

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือความสามารถในการคิดสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์ของตน แตกต่างไปจากความคิดของผู้อื่น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) คือความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิด เพื่อบอกถึงวิธีสร้างและการนำไปใช้

5. ความไวในการคิด (Sensitivity) คือความสามารถในการมองเห็นปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

สมจิต สมัตตพันธ์ (สมจิต สมัตตพันธ์ 2522 : 62) ได้กล่าวถึงเทคนิคของการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เด็กจะต้องเป็นตัวของตัวเองอย่างสมบูรณ์ในการแก้ปัญหา
2. ครูต้องรู้ว่าอะไรคือ ความคิดสร้างสรรค์ สภาพใดที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์

3. ครูต้องส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อความคิดสร้างสรรค์

4. ครูต้องอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการแก้ปัญหา

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (สุวิมล เขี้ยวแก้ว 2527 : 62 - 63) ได้เสนอแนะว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนนั้น ควรจะผ่านกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. เปลี่ยนแปลงเนื้อหาของหลักสูตร เพื่อให้มีความยืดหยุ่น
2. วางแผนการทดลองระยะยาวพร้อมทั้งกำหนดจุดประสงค์ต่าง ๆ ให้แน่ชัดว่าจะสอนให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จากนั้นค้นหากิจกรรมที่เหมาะสม
3. วิธีสอนควรเป็นแบบสืบเสาะการทดลองเป็นแบบเปิดกว้างให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา ตลอดจนสร้างสถานการณ์การสอนแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียน
4. เน้นความสนใจไปสู่กระบวนการ ให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเองมากกว่าจะจดจำเนื้อหา
5. ให้คุณค่าในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมากกว่าจะดูที่ผลงานที่สำเร็จรูปแล้ว นั่นคือควรพิจารณาที่กระบวนการคิด

สมจิต สวธนไพบูลย์ (สมจิต สวธนไพบูลย์ 2527 : 30 - 34) ได้สรุปวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ยั่วเย้า ครูควรสร้างสถานการณ์ยั่วเย้าเพื่อเป็นสื่อนำไปสู่การฝึกที่จะคิดแก้ปัญหา หรือก่อให้เกิดความสนใจที่จะแสวงหาความรู้ต่อไป ลักษณะของสถานการณ์ยั่วเย้า

อาจจะประกอบด้วย ข้อความ คำถาม รูปภาพ อุปกรณ์ของจริง อุปกรณ์จำลอง ฯลฯ การใช้สถานการณ์
ยั่วยุ นั้น อาจจะเริ่มจากการระบุปัญหาไว้ในสถานการณ์ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ต่อเมื่อเห็นว่า
นักเรียนมีความคิดขั้นสูงขึ้น จึงเปลี่ยนเป็นมีแต่สถานการณ์ไม่ระบุปัญหาและไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่ง
การฝึกในลักษณะนี้ต้องใช้เวลาแก่นักเรียนพอสมควร เพราะนักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยอยู่กับการสอนที่ครูมี
ส่วนช่วยเหลืออยู่มาก และการจัดสถานการณ์ยั่วยุตามขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนอาจจะจัดช่วงใด
ช่วงหนึ่งหรือจะกำหนดไว้หลายตอนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการสอนของครู โดยทั่วไปครูวิทยาศาสตร์
จะดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีกิจกรรม 3 ขั้น คือ ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทดลอง
และ ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูสามารถที่จะสอดแทรกหรือจัดสถานการณ์ยั่วยุทั้ง 3 ขั้น หรือ
ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งก็ได้

2. การจัดกิจกรรมระดมพลังสมอง (Brainstorming) การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมี
ลักษณะให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ซึ่งการจัดกิจกรรม
ลักษณะนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด คิดได้มากในเวลาจำกัด และเป็นการฝึกให้
นักเรียนรู้จักกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม (Group Process)

3. จัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดคิดโดยการกระทำ เช่น บอก
ปัญหาให้ กำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้
เพิ่มเติม หรืออาจจะกำหนดข้อความให้แล้ว นักเรียนนำไปพิจารณาเลือกรูปแบบที่จะสื่อความหมาย
ให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายอาจจะกระทำโดยใช้ กราฟ ตาราง แผนภูมิ การบรรยาย เป็นต้น

4. จัดกิจกรรมแบบให้ประสบผลสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้
นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมในลักษณะนี้จะเป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่จะ
ส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้นที่จะคิดค้นคว้าหา
ความรู้ยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมแบบฝึกเป็นรายบุคคล เป็นกิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาความสามารถแห่งตน
ฝึกความรับผิดชอบ ก่อให้เกิดความมั่นใจ ส่งเสริมความเจริญงอกงามทางสติปัญญา และพัฒนาความกึก
สร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนตามศักยภาพรายบุคคล

จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล คือ

5.1 เพื่อเป็นการให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองอย่างแท้จริง เป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดเป็นรายบุคคล

5.2 เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสรรค์ความรู้สึก เกิดความพึงพอใจ สนใจ ต้องการ ความรู้สึกชื่นชม ฯลฯ ต่อผลงานของตนเอง

5.3 เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดวินัยในตนเอง เป็นคนมีความรับผิดชอบ กล้าแสดงออก มีนิสัยช่างเสาะแสวงหาความรู้ รู้จักแก้ปัญหา รู้จักตัดสินใจ รักความเป็นระเบียบ ฯลฯ

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนการสอนให้จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่ง ประทุม ทองพูน (ประทุมทองพูน 2522 : 19) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นควรจะทำให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระที่จะหาประสบการณ์การเรียนรู้ มีบรรยากาศในการเรียนการสอนที่ไม่เข้มงวดเกินไป และในวิชาวิทยาศาสตร์ ควรให้นักเรียนได้ค้นคว้าทดลองเพื่อแก้ปัญหา และควรจะเป็นที่กระบวนกรมากกว่าเนื้อหาวิชา

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน เช่น เนื้อหาของหลักสูตร วิธีสอน วัสดุ อุปกรณ์นักเรียน ตลอดจนบรรยากาศในการเรียน โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ควรจะเน้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีเสรีภาพที่จะคิดโดยไม่ถูกประเมิน และที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ วัสดุจะต้องเป็นผู้ที่มีความยืดหยุ่น ยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน ตลอดจนมีความเข้าใจในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างดี

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียน

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียน ได้มีผู้ศึกษากันคว้าไว้หลายท่าน เป็นต้นว่า มอริเบอร์ (Moriber. 1969 : 214 - 216) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องทฤษฎีอะตอมและพันธเคมี ในระดับวิทยาลัย โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

กับการสอนตามปกติ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 240 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 120 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บาร์ค (Bard. 1975 : 5947-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 100 ของนักเรียนที่ Colorado State College โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ธีระ จิตต์จนะ (ธีระ จิตต์จนะ 2519 : 59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง "ไฟฟ้า" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนตามปกติไม่แตกต่างกัน และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนโดยใช้ชุดการเรียน

นิยม ทองอุคม (นิยม ทองอุคม 2520 : 47) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง "บรรยากาศ" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่านักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนโดยใช้ชุดการเรียน

สืบทัด ศาธ (สืบทัด ศาธ 2521 : 43 - 44) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่างกันโดยการเรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองและจากการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จรรยา สุขะพัฒน์ (จรรยา สุขะพัฒน์ 2522 : 35) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่อง "สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยให้ใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จะเห็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีความสัมพันธ์กับทัศนคติที่มีต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นพอสรุปได้ว่า ชุดการเรียนหรือชุดการเรียนด้วยตนเอง สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ในทุก ๆ ระดับชั้น และผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้ชุดการเรียนนั้นมีทั้งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และไม่แตกต่างไปจากการสอนตามปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง โดยเน้นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับ การสอนตามคู่มือครู ซึ่งจะ เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ เหา่ที่ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้มีดังนี้

มาฮาน (Mahan. 1963 : 1097 - 1098-A) ได้เปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีสอนสองแบบ คือ แบบบรรยายประกอบการอภิปราย และวิธีสอนแบบแก้ปัญหา ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทัศนคติ ความสนใจ และการปรับตัว พบว่า

1. ไม่พบความแตกต่างในการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
2. การสอนแบบแก้ปัญหา จะสร้างความสนุกสนานด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำไปใช้ และทักษะในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะนักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ

3. การสอนแบบแก้ปัญหา ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจวิทยาศาสตร์มากขึ้น
4. การสอนแบบแก้ปัญหา จะสร้างความสนใจทางด้านช่างกลแก่นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำได้เป็นอย่างดี
5. การสอนแบบแก้ปัญหา สร้างความงอกงามด้านการปรับตัว และทัศนคติแก่นักเรียนทั้งสองเพศได้เป็นอย่างดี
6. นักเรียนมีความงอกงามด้านความรู้ ทักษะการแก้ปัญหา และมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนชาย

จอห์น (John. 1966 : 994 - 995-A) ได้ศึกษาผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยายและสาธิต ให้มีส่วนร่วมในการทดลอง และทำการบ้านที่ครูกำหนดให้ กลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงให้คำแนะนำ ซึ่งจะแนะนำกิจกรรมหลายอย่างที่นักเรียนจะเลือกนำไปปฏิบัติแล้วก่อให้เกิดความรู้ ข้อเท็จจริง และเกิดสิ่งกับด้วยตนเอง ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหาที่ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ และมีทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหาวิชา

นงนุช วรรณหะ (นงนุช วรรณหะ 2514 : 72 - 73) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความสามารถในการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งสองวิธีไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาเหนือกว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิตนา ราชรองเมือง (จิตนา ราชรองเมือง 2516 : 74) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน สอบสวน วิธีการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์สัมพันธ์ทางบวก กับความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมี ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่าข้อเท็จจริง และยังมีความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้หลักการมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

พิสุทธ์ บุญเจริญ (พิสุทธ์ บุญเจริญ 2522 : 1 - 85) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ของการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนแบบสืบสวน สอบสวน กับการสอนตามปกติ ในวิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เรียน จากชุดการเรียนการสอนแบบสืบสวน สอบสวน มีผลสัมฤทธิ์และสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม สูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากครูที่สอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณดี วรรณศิลป์ (วรรณดี วรรณศิลป์ 2522 : 1 - 36) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดภาคเรียนสูงและต่ำ มีความสามารถ ในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่า การสอนแบบแก้ปัญหานอกจากจะทำให้ให้นักเรียนมีทักษะในการ แก้ปัญหาเพิ่มขึ้นแล้ว ยังส่งผลต่อความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะคิด การปรับตัว และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน โดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมียานวิจัยส่วนใหญ่ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา และภาวะที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลใน การแก้ปัญหา ได้มีโอกาสพัฒนาการคิดได้เต็มที่ คือ ภาวะที่นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตัวของตนเอง

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เรต (สุวิมล ขอนทำกิจ 2522 : 26 อ้างอิงมาจาก Reid. 1973 : 116-A) ได้ศึกษาผลการสอน 2 แบบ คือ แบบการสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง (Direct Detailed)

กับการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง (Direct Discovery) ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง จะมีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้งในทางความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม โดยทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง

พินิก (Penick. 1976 : 307 - 314) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการสอนสองแบบต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 5 การสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Students Structured Learning in Science - SSLS) และการสอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน (Teacher Structured Learning in Science - TSLS) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS และ TSLS ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (Verbal Creativity) ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางด้านรูปภาพ (Figural Creativity) พบว่ากลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TSLS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประทุม ทองพูน (ประทุม ทองพูน 2522 : 71) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร 2503 กับหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร 2503 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

พเยาว์ ทักษิณ (พเยาว์ ทักษิณ 2523 : 60 - 69) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกการเขียนที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับแบบฝึกที่ครูเป็นผู้กำหนด เนื้อเรื่องพบว่า หลังจากการฝึกแล้วนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยสูง มีความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ยงยุทธ สายคง (ยงยุทธ สายคง 2527 : 68) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (ก่อศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 79) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ (ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต้นผสมกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้ ถ้าครูได้จัดสภาพการเรียนรู้การสอนที่เหมาะสมต่อการคิดอย่างสร้างสรรค์ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าภาวะที่เอื้อต่อความคิดสร้างสรรค์ คือ ภาวะที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหรือแก้ปัญหา ตลอดจนได้ประกอบกิจกรรมต่าง ๆ อย่างอิสระด้วยตัวของนักเรียนเอง

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้ว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษากันคว่ำ

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษากันคว่ำครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของ โรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 360 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษากันคว่ำครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 90 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง เลือกโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งพวก (Stratified Random Sampling) โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำคะแนนผลการสอบเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย
2. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีระดับคะแนนสูง ปานกลาง และต่ำ
3. หาสัดส่วนระหว่างขนาดของกลุ่มตัวอย่างกับขนาดของประชากร
4. หาขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนในข้อ 3.
5. สุ่มตัวอย่างตามจำนวนในข้อ 4. ให้ได้นักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 45 คน และกำหนดเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยวิธีจับสลาก

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

แบบแผนของการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control-Group Posttest-Only Design (ลิวัน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 219) มีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

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

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- X คือ การจัดการกระทำ
 T₂ คือ การสอนหลังจากที่จัดการกระทำการทดลอง
 R คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
 C คือ กลุ่มควบคุม
 E คือ กลุ่มทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.1 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องน้ำ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อย ดังต่อไปนี้

- 1.1.1 ความสำคัญ จุลทลอมเหลว และจุดเดือดของน้ำ
- 1.1.2 การเปลี่ยนสถานะและความหนาแน่นของน้ำ
- 1.1.3 น้ำบนดินและน้ำใต้ดิน
- 1.1.4 แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น
- 1.1.5 สารเจือปนอยู่ในน้ำ

1.1.6 การละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ

1.1.7 การละลายของสารเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปและการตกผลึก

1.1.8 สมบัติของน้ำกระด้าง

1.1.9 การแก้้้นน้ำกระด้าง

1.1.10 การกลั่น การกรอง การตกตะกอน

1.2 โครงสร้างของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ดัดแปลง รูปแบบมาจากโครงสร้างชุดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างของ การ์ดาเรลลี (Cardarelli, 1973 : 150) ซึ่งประกอบด้วย

1.2.1 หัวข้อ

1.2.2 หัวข้อย่อย

1.2.3 จุดประสงค์ทั่วไป

1.2.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.2.5 กิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนฝึกคิดแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.2.6 คำถามทบทวนพร้อมทั้งคำตอบ

1.3 ขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.3.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการสร้างชุดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัย

1.3.2 ศึกษาขั้นตอนและแนวการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัย

1.3.3 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะทดลอง จากแบบเรียนและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3.4 สร้างชุดการเรียนรู้โดยยึดตามแนวการสร้างบทเรียนด้วยตนเองของ

วาสนา ชาวหา (วาสนา ชาวหา 2525 : 135 - 137) และให้มีโครงสร้างที่ประกอบด้วย หัวข้อ หัวข้อย่อย จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนฝึกคิด แก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และคำถามทบทวนพร้อมทั้งคำตอบ

1.3.5 นำชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติกิจกรรม

1.3.6 นำชุดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Try-out) กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรองพิทยาคม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โดยดำเนินการ ดังนี้

1.3.6.1 ทดลองเป็นรายบุคคล เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของชุดการเรียนรู้ เช่น ภาษา เวลา การปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ ฯลฯ

1.3.6.2 ทดลองกลุ่มเล็ก นำชุดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงจากการทดลอง เป็นรายบุคคลมาแล้วไปทดลองกับนักเรียนประมาณ 6 คน เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วนำมาปรับปรุง

1.3.6.3 ทดลองภาคสนาม นำชุดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แล้ว ไปทดลองกับนักเรียนประมาณ 50 คน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้

1.3.7 เกณฑ์ที่ใช้ในการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง พิจารณาจากการตอบคำถามทบทวนในแต่ละชุด ใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง นักเรียนสามารถตอบคำถามทบทวนแต่ละข้อถูก อย่างน้อยร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตอบคำถามทบทวนทุกข้อของนักเรียนทั้งหมด อย่างน้อยร้อยละ 80

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบที่ดีและวิธีวิเคราะห์ข้อสอบจากหนังสือเทคนิคการวัดผลของ ชวาล แพร์ติกุล (ชวาล แพร์ติกุล 2518 : 1 - 434) หนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบ

ของ ชวาล แพร์ตกุล (ชวาล แพร์ตกุล 2520 : 1 - 402) และชุดการเรียนรู้การสอน
สำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 (ทพวงมหาวิทยาลัย 2525 : 179 - 229)

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ ร่วมกับครูวิทยาศาสตร์ 5 ท่าน
โดยกำหนดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ด้านความรู้ความจำ

2.2.2 ด้านความเข้าใจ

2.2.3 ด้านการนำไปใช้

2.2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ประมาณ 2 เท่าของจำนวน
ข้อสอบในตารางวิเคราะห์ โดยสร้างข้อสอบให้ตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน ในตาราง
วิเคราะห์

2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5
ท่าน ตรวจสอบเพื่อปรับปรุงคำภาษาในข้อคำถามและตัวเลือก

2.5 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนนางรองพิทยาคม จำนวน 100 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529

2.6 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบ มาวิเคราะห์ดังนี้

2.6.1 หาความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27
เปอร์เซ็นต์ แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Fan, 1952 : 6 - 32)

2.6.2 เลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจ
จำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ไว้จำนวน 50 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม

2.7 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้แล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน
นางรองพิทยาคม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 60 คน แล้วหาค่าความเชื่อมั่น
โดยใช้วิธีของ กูเคอร์-ริชาร์ดสัน ใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และ อังคนก สายยศ
2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น .8264

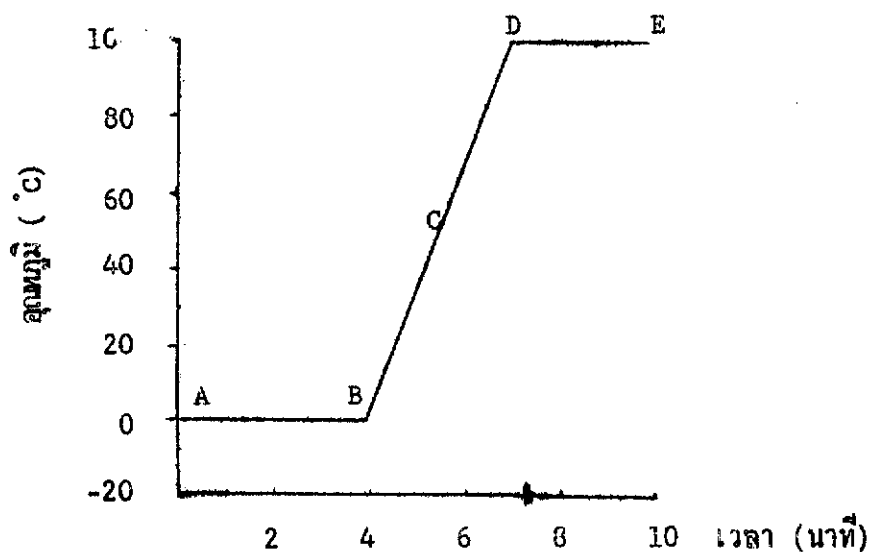
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ทั่บอักษร ก, ข, ค, ง และ จ ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ในกระดาษคำตอบที่แจกให้

ข้อ (0) ข้อใดเป็นความหมายของความร้อนแฝง

- ก. ความร้อนที่แฝงอยู่ในของเหลว
- ข. ความร้อนที่ทำให้น้ำกลายเป็นไอเร็วขึ้น
- ค. ความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของของเหลวสูงขึ้น
- ง. ความร้อนที่ของเหลวใช้ในการเปลี่ยนสถานะ
- จ. ความร้อนที่ทำให้โมเลกุลของของเหลวเคลื่อนที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณากราฟแสดงการเปลี่ยนสถานะของน้ำ แล้วตอบคำถามข้อ (00) - (000)



ข้อ (00) กราฟช่วง AB มีความหมายว่าอย่างไร

- ก. น้ำแข็งเริ่มหลอมเหลวที่ 0°C
- ข. น้ำแข็งเริ่มหลอมเหลวในนาทีที่ 4
- ค. การหลอมเหลวของน้ำแข็งใช้เวลา 4 นาที
- ง. ความร้อนทำให้น้ำแข็งหลอมเหลว
- จ. ขณะที่น้ำแข็งหลอมเหลวอุณหภูมิจะคงที่ที่ 0°C

ข้อ (000) กราฟในช่วงใดที่มีการใช้ความร้อนแฝง

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

ข้อ (0000) ในการบรรจุน้ำอัดลมลงขวด เขาจะเหลือที่ว่างไว้เล็กน้อยเพื่ออะไร

- ก. เพื่อสะดวกในการเปิดฝา
- ข. เพื่อให้มีแรงดันมากขึ้น
- ค. เพื่อให้ก๊าซขยายตัวเมื่อถูกความเย็น
- ง. เพื่อให้ก๊าซขยายตัวเมื่อกลายเป็นน้ำแข็ง
- จ. เพื่อให้อากาศเข้าง่ายเมื่อเปิดฝา

3. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัย

ได้ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลิ กาญจนชาติรี (สุมาลิ กาญจนชาติรี 2525 : 65 - 72) สร้างขึ้นเพื่อท้าววิจัยเรื่อง การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร เป็นแบบทดสอบที่ได้รับการประเมินความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีการของ ชอยท์ ได้ค่า

ความเชื่อมั่นเท่ากับ .5599 แบบทดสอบทั้งฉบับและข้อสอบแต่ละข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 สำหรับความเที่ยงตรง (Face Validity) จากการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ 16 ใน 20 ท่านเห็นว่า แบบทดสอบชุดนี้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปีได้

3.1 ลักษณะของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบที่ให้ นักเรียนเขียนตอบได้อย่างอิสระภายในเวลาที่กำหนดให้ มีจำนวน 3 ข้อ ดังนี้

3.1.1 "การใช้ประโยชน์" กำหนดสภาพการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติ ให้ออกประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้

3.1.2 "นักประดิษฐ์" กำหนดอุปกรณ์ให้ ให้เลือกอุปกรณ์ที่กำหนดให้ขึ้นมา ประกอบเป็นเครื่องมือเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

3.1.3 "นักค้นคว้า" กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ให้วางแผนและออกแบบ การทดลองเพื่อแก้ปัญหา

3.2 การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ แต่ละข้อความตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

3.2.1 ความคล่องในการคิด พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

3.2.2 คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน แต่ละคนตามวิธีคิดที่แตกต่างกัน แล้วให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

3.2.3 คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาโดยหาความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความดีเกิน 5 ขึ้นไป	ให้ 0 คะแนน
คำตอบที่มีความดีเป็น 5	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่มีความดีเป็น 4	ให้ 2 คะแนน
คำตอบที่มีความดีเป็น 3	ให้ 3 คะแนน
คำตอบที่มีความดีเป็น 2	ให้ 4 คะแนน
คำตอบที่มีความดีเป็น 1	ให้ 5 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อหาได้จากผลบวกของคะแนนความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ข้อ

3.3 หากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติрі ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรองพิทยาคม จำนวน 50 คน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นโดยวิธีแบบฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure) (ส่วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 172) ได้ค่าความเชื่อมั่น .6388

วิธีดำเนินการศึกษากันกว่า

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มา 90 คน แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 45 คน
2. กลุ่มควบคุม ดำเนินการสอนตามคู่มือครู
3. กลุ่มทดลอง ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยดำเนินการดังต่อไปนี้
 - 3.1 แนะนำวิธีการเรียนจากชุดการเรียนรู้ในครั้งแรก พร้อมทั้งให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับวิธีการเรียน
 - 3.2 ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อชี้แจงในการศึกษาชุดการเรียนรู้

3.3 สร้างบรรยากาศทางการเรียนที่ดี โดยอนุญาตให้นักเรียนปรึกษากันได้บ้าง เป็นครั้งคราว หรือสอบถามจากครูได้ในกรณีมีปัญหา

3.4 ครูอนุญาตให้นักเรียนรับชุดการเรียนไปศึกษาที่ละชุด เมื่อศึกษาเสร็จแล้วให้นำชุดการเรียนมาส่งครูแล้วจึงรับชุดใหม่ไปศึกษาต่อไป

4. เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

5. ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย

1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน

2. หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27 เปอร์เซนต์ แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32)

3. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 168)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบฉบับนั้น

4. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีแบบ ฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure) (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 172) ใช้สูตร

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

เมื่อ MS_E คือ คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_P คือ คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน (Between People)

5. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 84)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1

$\bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2

n_1	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
n_2	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
s_1^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1
s_2^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
t	แทน	การแจกแจงแบบที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้น ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	45	25.1111	51.0101	.0155
กลุ่มควบคุม	45	25.0889	41.8101	

จากตาราง 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู ปรากฏผลตามตาราง

ตาราง 3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	45	64.0667	465.7909	2.7192**
กลุ่มควบคุม	45	52.9778	283.2949	

$$^{**}t_{.01,88} = 2.617$$

จากตาราง 3 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู ให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู โดยแยกวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละด้าน ดังนี้

3.1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 4 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	45	24.4222	35.2040	.615 .3126
กลุ่มควบคุม	45	24.0444	30.5889	

จากตาราง 4 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านความคล่องในการคิด ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

3.2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 5 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	45	14.8667	12.6636	2.35*
กลุ่มควบคุม	45	13.1778	10.6040	

$$*t_{.05,88} = 1.980$$

จากตาราง 5 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครูให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

3.3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 6 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	45	24.7778	215.8131	3.2643**
กลุ่มควบคุม	45	15.7556	128.2798	

$$^{**}t_{.01,88} = 2.617$$

จากตาราง 6 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง การสอนตามคู่มือครู ให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 45 คน กำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการจับสลาก

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.2 แผนการสอนตามคู่มือครู

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่น .8264

2.4 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้ยืมจาก สุมาลี กาญจนชาติ มีความเชื่อมั่น .5599 ก่อนนำไปใช้ให้หาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง ได้ค่าความเชื่อมั่น .6388

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ดำเนินการสอนแต่ละกลุ่ม โดยใช้เวลาในการสอนกลุ่มตัวอย่างละ 18 คาบ ซึ่งแบ่งไว้ดังนี้

กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู

3.2 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กับกลุ่มตัวอย่าง ตรวจให้คะแนน แล้วนำผลมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent

*สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน

ความคล่องในการคิด ความถึกยืคหุ่่น และความคิคริเริ่ม ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาค้นคว้า อภิปรายได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู ^{ไม่แตกต่างกัน} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้แก่กลุ่มตัวอย่างทั้งสองต่างก็มุ่งให้ผู้เรียนได้รับความรู้ควบคู่ไปกับการพัฒนากระบวนการเสาะแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แบบเดียวกัน แตกต่างกันเฉพาะการปฏิบัติกิจกรรมเท่านั้น กล่าวคือ การสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามคำแนะนำในชุดการเรียน ส่วนการสอนตามคู่มือครู นักเรียนปฏิบัติตามที่ครูแนะนำ จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิรมล แจ่มจำรัส (นิรมล แจ่มจำรัส 2520 : 80) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามปกติ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เขาวนีย์ อะยะวงศ์ (เขาวนีย์ อะยะวงศ์ 2526 : 59) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยบทเรียนสำเร็จรูป และครูฝึก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ 2528 : 56) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิด และความคิคริเริ่ม สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู ทั้งนี้เพราะ

2.1 การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระในการปฏิบัติกิจกรรมและหาประสบการณ์การเรียนรู้โดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์หรือถูกประเมิน มีบรรยากาศทางการเรียนที่ไม่เข้มงวด ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ได้แสดงออกในสิ่งใหม่ ๆ แปลก ๆ และในหลาย ๆ แนวทาง ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ โรเจอร์ (Rogers. 1970 : 146) ที่กล่าวว่าภาวะที่ส่งเสริมให้บุคคลกล้าคิดอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ภาวะที่บุคคลมีอิสระในการคิดและการแสดงออกโดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์หรือถูกประเมิน แนวคิดของ ประทุมทองพูน (ประทุม ทองพูน 2522 : 19) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระที่จะหาประสบการณ์การเรียนรู้ มีบรรยากาศทางการเรียนที่ไม่เข้มงวด จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้และ สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 27 - 32) ได้สรุปถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดในรูปของการฝึกเป็นรายบุคคล เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดด้วยตนเองอย่างเต็มที่ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ และผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ 2528 : 56) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

2.2 การปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดในรูปของการฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนได้มีกระบวนการ ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองในหลาย ๆ แนวทาง และใหม่ ๆ แปลก ๆ และการปฏิบัติกิจกรรมในลักษณะนี้ ยังช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดของ เดอ ซีโก (De Cecco. 1968 : 459) ที่กล่าวว่า ครูสามารถจัดสถานการณ์ที่ส่งเสริม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยการ

จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และ สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 30) ที่ได้สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การจัดกิจกรรมในรูปของการสร้างสถานการณ์ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการระบุปัญหา หาแนวทางแก้ปัญหา หลายแง่หลายมุม จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ (ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66) ที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม มีส่วนสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม จะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เฉพาะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงพบว่า กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม (กลุ่มทดลอง = 9.93 กลุ่มควบคุม = 9.26) จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า

3.1 ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีช่วงอายุระหว่าง 11 - 13 ปี ดังนั้น นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองจึงอยู่ในวัยเดียวกัน พัฒนาการทางด้านสติปัญญา และพัฒนาการทางอารมณ์ ซึ่งได้แก่ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ความเชื่อมั่นในตนเอง ความต้องการที่จะเป็นที่ยอมรับ และความต้องการที่จะได้รับการยกย่อง พยอม วงศ์สารศรี (พยอม วงศ์สารศรี 2526 : 156 - 176) ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองจึงมีลักษณะที่เหมือนกัน ดังนั้นเมื่อจัดกิจกรรมให้แก่กลุ่มตัวอย่างทั้งสองที่เอื้อต่อการพัฒนากระบวนการคิด ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดออกมามาก ๆ จึงมี

ผลทำให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ความสามารถในการเขียน และความกล้าที่จะแสดงออก มีปริมาณพอ ๆ กัน ในเวลาที่กำหนดให้ จากเหตุผลดังกล่าว จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 กิจกรรมที่จัดให้แก่กลุ่มตัวอย่างทั้งสอง เป็นกิจกรรมที่มุ่งพัฒนากระบวนการคิด โดยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์แบบเดียวกันต่างกันแต่เพียงการปฏิบัติกิจกรรม กล่าวคือ กลุ่มทดลองปฏิบัติกิจกรรมตามคำแนะนำในชุดการเรียนรู้ ส่วนกลุ่มควบคุมปฏิบัติตามคำแนะนำของครู ดังนั้น กลุ่มตัวอย่างทั้งสองจึงได้รับการฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในปริมาณพอ ๆ กัน และในระยะเวลาเท่า ๆ กัน จึงมีผลทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้ปริมาณพอ ๆ กัน ในเวลาที่กำหนดให้ จากเหตุผลดังกล่าว จึงอาจจะเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ แสดงว่าการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงเท่ากับการสอนตามคู่มือ ในขณะเดียวกันก็มีส่วนช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งนี้เพราะการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้พัฒนากระบวนการคิด ได้ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้อย่างอิสระ ได้ทราบข้อบกพร่อง และความก้าวหน้าของตนเองตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของเด็กวัยนี้ ดังนั้น ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ

ศึกษา ควรที่จะสนับสนุน ส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อจะได้นำไปพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุจุดหมายของหลักสูตรต่อไป

1.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ในตัวผู้เรียน ถ้าครูได้จัดกิจกรรมในการเรียนการสอนที่เอื้อให้ผู้เรียน ได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์ การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้พัฒนาการคิดของตนเองอย่างอิสระ จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นการจัดกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ครูควรเน้นที่กระบวนการคิดมากกว่าเนื้อหา ตลอดจนจัดบรรยากาศในการเรียนการสอนที่ไม่เข้มงวด เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสหาประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มที่

1.3 การปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานในเรื่องของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างยังมีความรู้ในขั้นต้นกล่าวอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังนั้นก่อนการดำเนินการทดลอง ครูควรที่จะได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาสมรรถภาพดังกล่าวเสียก่อน เพื่อให้ผู้เรียนจะได้มีพื้นฐานสำหรับการปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาขั้นต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาซ้ำกับกลุ่มประชากรอื่น ๆ หรือกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์บทอื่น ๆ เพื่อจะได้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ เพื่อหาข้อสรุปในโอกาสต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาผลการสอน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียน เพศ และระดับฐานะทางเศรษฐกิจ แยกต่างหาก

2.4 ควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.5 ควรจะมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มีต่อกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการมองเห็นปัญหาและหาทางที่จะแก้ปัญหา และด้านการ สร้างแบบทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กาตูลนา เกียรติประวัติ วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน เอกสารประกอบการสอนศึกษา 361

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ม.ป.ป., 257 หน้า

การฝึกหัดครู, กรม หน่วยศึกษานิเทศก์ รายงานการวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา

ระดับอุดมศึกษา โรงพิมพ์จุรินทร์ไทย 2524, 114 หน้า

ก่องศักดิ์ ศรีน้อย เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น

พื้นฐานและขั้นบูรณาการ ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2527, 107 หน้า อักสำเนา

ไชศรี อภรณ์รัตน์ และ เบญจวรรณ กองศิริ "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะหาความรู้"

ข่าว สสวท. 9(4) : 5 - 7 กรกฎาคม - กันยายน 2524

จรรยา สุขวัฒน์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้

เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้น ม.1 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ

ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 219 หน้า

อักสำเนา

จิตนา ราชมงคลเมือง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน วิธีการ

แก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา

ประสานมิตร 2516, 91 หน้า อักสำเนา

ชวาล แพร์ตกุล เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช 2518, 434 หน้า

เทคนิคการเขียนข้อสอบ โรงพิมพ์จุฬารัฐ 2520, 407 หน้า

ชูชีพ อ่อนโกลสูง การผลิตชุดการสอนระดับประถมศึกษา กลุ่มเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิต ชั้น

ป.3 เรื่องเสียง ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน 2524, 58 หน้า

เขาวนีย์ อะยะวงค์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปริญญาโท กศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 250 หน้า อักสํเนา

ทัศนีย์ บุญเติม "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 37(1) : 32 - 33

มกราคม 2526

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครู และชุดการเรียนด้วยตนเอง

ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2528, 158 หน้า อักสํเนา

ธีระ จิตต์จนะ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ในระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนปกติ ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2519, 105 หน้า อักสํเนา

นงนุช วรรณวาทะ ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ กับผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาชั้นสูง ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา

ประสานมิตร 2514, 89 หน้า อักสํเนา

นিকা สะเพียรชัย "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์" ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี 1 : 21 มกราคม 2519

..... "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์" ข่าวสารสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5 : 6 - 7 กรกฎาคม 2520

..... "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อวงชน" 12 ปีของพัฒนาการด้านการศึกษา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ 2527, 215 หน้า

นิพนธ์ ศุภปริณี เทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์พิมพ์เกษตร 2525, 198 หน้า

นิยม ทองอุดม การศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง
บรรยากาศ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 87 หน้า อักสํเนา

นิรมล แจ่มจำรัส การศึกษาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สร้างสำหรับระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2521, 253 หน้า อักสำเนา

บุญเลี้ยง พลอาวุธ "การเรียนรู้กับการแก้ปัญหา" มิตรครู 10(10) : 45 - 46 มิถุนายน 2511

บุญเหลือ ทองอยู่ "ความคิดสร้างสรรค์" มิตรครู 20(7) : 15 - 18 เมษายน 2521

บุญเหลือ ทองเอี่ยม การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนทางการเรียนรู้ในวิชาการใช้สื่อการสอน (AV 353) โดยใช้ทฤษฎีโปรแกรมกับการสอนปกติ

ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2527, 155 หน้า

ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2527, 96 หน้า อักสำเนา

ประทุม ทองพูน การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร พ.ศ. 2503 กับหลักสูตรฉบับส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 95 หน้า อักสำเนา

ประสาธ อิศรปริศา จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน สำนักพิมพ์กราฟิกอาร์ต 2523, 195 หน้า

ประสิทธิ์ กาพย์กลอน "การสอนวรรณคดีไทยกับความคิดสร้างสรรค์" วิทยาสาร 7 : 12 - 15 มีนาคม 2518

ประวิตร ชูศิลป์ หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่ จงเจริญการพิมพ์ 2524, 104 หน้า

ประคินันท์ อุประมัย "รูปแบบการสอนในปัจจุบันสำหรับเด็กประถม" วิทยาสาร 28(8) : 53 - 54 เมษายน 2520

ผดุงยศ ดวงมาลา การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2523, 331 หน้า

พจน์ สะเพียรชัย "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" พัฒนาการวัดผล 10 : 49

51 มกราคม 2517

พยอม วงศ์สารศรี จิตวิทยาการศึกษา สำนักพิมพ์สารเศรษฐ์ 2526, 217 หน้า

เพียร หักฉิน การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4

โดยใช้แบบฝึกหัดการเขียนอย่างสร้างสรรค์ ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับครูเป็นผู้กำหนด

เนื้อเรื่อง ปริญญาพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523,

209 หน้า อัดสำเนา

พัชรี พลาวงศ์ "การเรียนรู้ด้วยตนเอง" วารสารรามคำแหง ปีที่ 1 ฉบับพิเศษ

"พัฒนาบุคลากร" 2526

พิทักษ์ รักษาพลเดช "การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ" ประมวลบทความ

ทางวิทยาศาสตร์ศึกษา 2525, หน้า 20

พิสุทธิ บุญเจริญ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา

เป็นกลุ่ม ของการสอนด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบสวน-สอบสวน กับการสอนตามปกติในวิชา

ภาษาไทย ชั้นประถมปีที่ 5 ปริญญาพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2522, 326 หน้า อัดสำเนา

มหาวิทยาลัย, ทพวง ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 2525, 307 หน้า

..... ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 2525, 211 หน้า

..... ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 2525, 287 หน้า

มังกร ทองสุขี การวางแผนการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย 2522,

188 หน้า

มัทนา จงสุขสันติกุล ปัญหาของการสอนวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา

ตอนต้น โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ปริญญาพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 102 หน้า อัดสำเนา

ยงยุทธ สายคง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิด
สร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและ
แบบไม่กำหนดแนวทาง ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2527, 80 หน้า อัครสำเนา

ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา ศึกษาพร 2528,
314 หน้า

วาสนา ขาวหา เทคโนโลยีทางการศึกษา อักษรสยามการพิมพ์ 2525, 200 หน้า

วรรณดี วรรณศิลป์ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียน ของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522,
78 หน้า อัครสำเนา

วัลภา จิระวงศ์ การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะ
หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร และเขต
กศ.1 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2528, 97 หน้า อัครสำเนา

วิชัย วงษ์ใหญ่ กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน เอกสารประกอบการเรียน
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2523, 65 หน้า

วีระ เมืองช้าง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับการแก้ปัญหาเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม
กรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525, 57 หน้า
อัครสำเนา

วีรยุทธ วิเชียรโชติ จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน อำนวยการพิมพ์
2521, 121 หน้า

ศึกษานิเทศก์, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โรงพิมพ์คุรุสภา
2521, 252 หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 โรงพิมพ์คุรุสภา
2524, 103 หน้า

สมจิต สมัตถพันธ์ "สอนอย่างไรจึงจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน" กฎ 4(3) :
61 - 63 ธันวาคม 2522

สมจิต สวณไพฑูรย์ วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 212 หน้า

..... สมรรถภาพของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ภาควิชา
หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527,
40 หน้า

สมบุญ ศรีฉายาชีวิน "การสอนเพื่อคิดเป็นทำเป็น" กฎปริทัศน์ 7 : 44 มีนาคม 2525

สมพงษ์ รุจิวรรณพันธ์ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์พฤติกรรมด้านความเป็น
ผู้นำ ความตั้งใจเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2516, 61 หน้า
อัครสำเนา

สวนา พรพัฒน์กุล จิตวิทยาทั่วไป วัฒนาพานิช 2522, 136 หน้า

สาโรช บัวศรี "ปรัชญาการศึกษา" จุดยืนและทิศทางการศึกษาไทย วัฒนาพานิช 2518,
หน้า 1 - 13

ลีปนันท เกตุหัต "การศึกษาเพื่อชีวิตและสังคม" จุดยืนและทิศทางการศึกษาไทย 2518,
หน้า 14 - 31

ลีบศักดิ์ สาธ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่างกัน โดยการเรียนรู้จากชุด
การเรียนรู้ด้วยตนเองและจากการสอนปกติ ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2521, 210 หน้า อัครสำเนา

- สุเทพ อู่สาเห การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 2526, 184 หน้า
- สุพันธ์ บัณฑาคม ลำดับขั้นตอนในการทำและวางแผนงานทำชุดการสอน แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2519, 37 หน้า
- สุปรียา ลำเจียก สัมพันธภาพระหว่างระดับสติปัญญาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย 2522, 78 หน้า อักสำเนา
- สุมาลี กาญจนชาติ ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 -
15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525,
81 หน้า อักสำเนา
- สุวัฒน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517, 240 หน้า
- สุวิมล เขียวแก้ว "การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์" มิตรครู 26(3) : 61 - 63
กุมภาพันธ์ 2527
- สุวิมล ขอบทำกิจ ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 2 วิทยานิพนธ์ ค.ม.
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 112 หน้า อักสำเนา
- อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์ พื้นฐานทางเทคโนโลยีในการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน 2526, 152 หน้า
- อนันต์ จันทร์ทวี "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"
วิทยาการ 7(2) : 3 - 10 พฤษภาคม - สิงหาคม 2525
- อาภรณ์ ชาติบุรุษ "การเรียนรู้เป็นรายบุคคล" วารสารครูศาสตร์ 4 : 14 - 16
มกราคม - กุมภาพันธ์ 2517
- อารี รังสินันท์ รวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 213 หน้า

อารี สัมถวี "วิชาสอนแบบสร้างสรรค์" ชมทางวิชาการ กรมสามัญศึกษา กระทรวง

ศึกษาธิการ พิมพ์ที่สหกรณ์ขายส่งฯ พระนคร 2510, 305 หน้า

อำนาจ เจริญศิลป์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำนักพิมพ์โอเคียนสโตร์ 2526, 100 หน้า

Anderson, Ronald D. and others. Developing Children's Thinking Science. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1970. 370 p.

Bard, Eugene Dwight. "Development of a Variable-Step Programmed System of Instruction for College Physical Science," Dissertation Abstracts International. 35 : 5947-A, March, 1975.

Cardarelli, Sally M. Individualized Instruction Programmed and Material. New Jersey, Englewood Cliffs, 1973. 353 p.

Carin, A.A. and R.B. Sund. Developing Questioning Technique: A Self Concept Approach. Ohio, Charles E. Merrill Publishing, 1971. 169 p.

De Cecco, John P. The Psychology of Learning and Instruction. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1968. 800 p.

Devito, Alfred, "Recognized and Assessing Creativity," Developing Teacher Competencies. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1971. 321 p.

Devito, Alfred and Gerald H. Krockover. Creative Sciencing Ideas Activities for Teacher and Children Little. Brown and Company, Inc., 1976. 388 p.

Duann, James E. Individualized Instructional Programmed and Material. Englewood Cliffs, New Jersey, Educational, Technology Publication, 1973. 169 p.

Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. Education Testing Service, 1952. 32 p.

Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Carter V. Good, New York, McGraw-Hill Company, 1959. 676 p.

Green, Eric. Towards Independent Learning in Science. Printed in Great Britain by Billing and Sons Limited, Guildford and London, 1976. 233 p.

Hanson, Kyle. "What's the Problem," Journal of Science and Children. 10 : 32 - 33, October, 1976.

Heathers, Glan. "A Working Definition of Individualized Instructional," Journal of the Educational Leadership. 8 : 342 - 344, 1977.

- Hutchinson, E.D. Now to Think Creative. New York, Abingdom Press, 1949. 237 p.
- John, K.W. "A Comparision of Two Methods of Teaching Eighth Grade General Science: Traditional and Structured Problem Solving," Dissertation Abstracts International. 4 : 994-A - 995-A, October, 1966.
- Klopfer, Leopold E. "Evaluation of Learning in Science," in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. Benjamin S. Bloom, et. al., New York, McGraw-Hill, Co., 1971. 923 p.
- 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.
- Mark, John L. Teaching Elementary School Mathematic of Understanding. New York, McGraw-Hill, 1965. 406 p.
- Mayer, Bunton and Lorretta Higerken. Introduction to Research in Nursing. Philadelphia, J.B. Loppincoott, 1962.
- McClandess, Boyd A. and Ellis P. Evans. Children and Youth Psychological Development. New York, Holt, 1978. 529 p.
- Moriber, George. "The Effect of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non-Science Student," Journal of Research in Science Teaching. 6 : 214 - 216, February, 1969.
- Penick, John E. "Creativity in Fifth-Grade Science Student: The Effects of Two Patterns of Instruction. Journal of Research in Science Teaching. 4 : 307 - 314, 1976.
- Roger, G.P. "Towards a Theory of Creative," in Creativity. Harmonsworth, Penquin Books, Ltd., 5 : 146 - 149, 1970.
- Sund, Robert B. and Leslic W. Trowbridge. Student Centered Teaching in the Secondary School. Columbus, Ohio, A Bell and Howell, Co., 1974. 357 p.
- Torrance, Paul E. Education and the Creative Potential. Minneapoles, The Press, Inc., 1963. 167 p.
- Thomas, John W. Varieties of Cognitive Skills: Toxonomies and Models of the Intellect. August, 1972. 58 p.
- Washton, Nathan S. Teaching Science Creativity in the Secondary Schools. Philadelphia, W.B. Saunders, 1967. 430 p.
- Weir, John Joseph. "Problem Solving in Everybody Problem," Science Teacher. 41 : 15 - 18, April, 1974.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์แบบทดสอบและคะแนนจากแบบทดสอบ

ตาราง 7 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำ

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.70	.59	10.9	26	.38	.50	12.5
2	.80	.23	9.3	27	.54	.48	12.5
3	.56	.51	12.4	28	.25	.28	15.6
4	.72	.44	10.7	29	.62	.50	11.7
5	.44	.30	13.6	30	.40	.39	14.0
6	.77	.35	10.0	31	.25	.38	15.7
7	.50	.68	13.0	32	.75	.28	10.4
8	.42	.20	13.8	33	.48	.30	13.2
9	.42	.42	13.8	34	.42	.20	13.8
10	.78	.47	9.9	35	.57	.67	12.3
11	.70	.38	10.9	36	.76	.24	10.1
12	.56	.46	12.4	37	.64	.47	11.5
13	.55	.69	12.5	38	.62	.50	11.7
14	.68	.62	11.1	39	.38	.50	14.3
15	.46	.34	13.4	40	.28	.22	15.4
16	.62	.36	11.8	41	.37	.59	14.3
17	.22	.47	16.1	42	.68	.41	11.2
18	.62	.61	11.8	43	.66	.74	11.4
19	.56	.46	12.4	44	.38	.42	14.2
20	.53	.65	12.7	45	.48	.37	13.2
21	.60	.53	12.0	46	.76	.24	10.1
22	.52	.37	12.8	47	.31	.22	15.0
23	.52	.22	12.8	48	.33	.32	14.8
24	.69	.22	11.0	49	.59	.31	12.1
25	.73	.66	10.5	50	.68	.51	11.1

ตาราง 8 ค่า p และ q ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำ

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.47	.53	.25	26	.25	.75	.19
2	1	0	0	27	.32	.68	.22
3	.57	.43	.25	28	.38	.62	.24
4	.55	.45	.25	29	.57	.43	.25
5	.65	.35	.23	30	.43	.57	.25
6	.77	.23	.18	31	.35	.65	.23
7	.63	.37	.23	32	.78	.22	.17
8	.52	.48	.25	33	.57	.43	.25
9	.23	.77	.18	34	.38	.62	.24
10	.50	.50	.25	35	.50	.50	.25
11	.63	.37	.23	36	.68	.32	.22
12	.60	.40	.24	37	.57	.43	.25
13	.45	.55	.25	38	.78	.22	.17
14	.60	.40	.24	39	.40	.60	.25
15	.62	.38	.24	40	.08	.92	.07
16	.67	.33	.22	41	.37	.63	.23
17	.50	.50	.25	42	.47	.53	.06
18	.47	.53	.25	43	.52	.48	.25
19	.43	.57	.25	44	.38	.62	.24
20	.48	.52	.25	45	.53	.47	.25
21	.40	.60	.25	46	.78	.22	.17
22	.52	.48	.25	47	.62	.38	.24
23	.62	.38	.24	48	.63	.37	.23
24	.63	.37	.23	49	.65	.35	.23
25	.60	.40	.24	50	.78	.22	.17

ตาราง 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องน้ำ

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	33	1089	31	17	289
2	39	1521	32	16	256
3	27	729	33	26	676
4	35	1225	34	27	729
5	27	729	35	32	1024
6	39	1521	36	20	400
7	21	441	37	34	1156
8	19	361	38	16	256
9	22	484	39	40	1600
10	26	676	40	30	900
11	14	196	41	25	625
12	25	625	42	21	441
13	33	1089	43	22	484
14	22	484	44	23	529
15	28	784	45	43	1849
16	33	1089	46	29	841
17	26	676	47	29	841
18	31	961	48	36	1296
19	36	1296	49	29	841
20	27	729	50	34	1156
21	19	361	51	45	2025
22	27	729	52	28	784
23	38	1444	53	27	729
24	34	1156	54	18	324
25	28	784	55	21	441
26	24	576	56	32	1024
27	24	576	57	11	121
28	27	729	58	14	196
29	18	324	59	24	576
30	14	196	60	38	1444

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องน้ำ โดยใช้สูตร KR-20 ของ กูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

$$\Sigma pq = (.47 \times .53) + (1 \times 0) + \dots + (.78 \times .22) = 11.02$$

$$\Sigma X = 33 + 39 + \dots + 38 = 1623$$

$$\Sigma X^2 = 33^2 + 39^2 + \dots + 38^2 = 47433$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } s^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2} \\ s^2 &= 58.85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{60}{60-1} \left[1 - \frac{11.02}{58.85} \right] \\ &= 1.0169 \times .8127 \\ &= 0.8264 \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น} = 0.8264$$

ตาราง 10 คะแนนความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ข้อ 1, ข้อ 2 และข้อ 3

คนที่	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	P ₁	คนที่	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	P ₁
1	42	15	12	69	26	28	11	10	49
2	27	11	6	44	27	29	25	11	65
3	37	12	14	63	28	55	14	9	78
4	29	11	7	47	29	45	15	18	78
5	34	12	12	58	30	67	21	20	108
6	30	13	14	57	31	32	17	6	55
7	30	14	0	44	32	57	24	12	93
8	19	15	0	34	33	68	15	16	99
9	41	14	11	66	34	68	25	14	107
10	23	15	12	50	35	63	15	18	96
11	67	18	20	105	36	57	27	23	107
12	47	27	10	84	37	58	13	10	81
13	39	15	14	68	38	54	14	13	81
14	45	14	25	84	39	24	13	11	48
15	48	15	14	77	40	26	13	14	53
16	49	13	13	169	41	39	23	12	74
17	62	24	22	108	42	48	13	13	74
18	31	13	5	49	43	41	19	10	70
19	24	14	11	49	44	37	19	9	65
20	20	12	0	32	45	45	18	17	80
21	42	14	13	69	46	51	19	16	86
22	32	12	10	54	47	33	15	3	51
23	30	14	13	57	48	40	20	10	70
24	43	15	11	69	49	39	19	0	58
25	26	12	12	50	50	70	22	20	112
					T ₁	2091	813	596	T ₂ =3500

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดย
ใช้สูตรของ ฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure)

$$SS_t = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{T_o^2}{kn}$$

$$= 42^2 + 27^2 + 37^2 + \dots + 20^2 - \frac{(3500)^2}{3 \times 50} = 38155.34$$

$$SS_k = \frac{\sum T_i^2}{n_i} - \frac{T_o^2}{kn}$$

$$= \frac{(2091)^2 + (813)^2 + (596)^2}{50} - \frac{(3500)^2}{3 \times 50} = 26102.66$$

$$SS_p = \frac{\sum P_i^2}{k} - \frac{T_o^2}{kn}$$

$$= \frac{(69)^2 + (44)^2 + \dots + (112)^2}{3} - \frac{(3500)^2}{3 \times 50} = 6997.334$$

$$SS_E = SS_t - SS_k - SS_p$$

$$= 38155.34 - 26102.66 - 6997.334 = 5055.346$$

$$MS_p = \frac{SS_p}{df_p} = \frac{6997}{50-1} = 142.80273$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{df_E} = \frac{5055}{(50-1)(3-1)} = 51.585163$$

จากสูตร

$$r_{tt} = 1 - \frac{51.585163}{142.80273}$$

$$= 1 - 0.3612337$$

$$\text{แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น} = .6387663$$

ตาราง 11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง						กลุ่มควบคุม					
เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	21	16	28	31	26	1	18	16	28	31	35
2	34	17	25	32	17	2	31	17	30	32	22
3	14	18	23	33	38	3	27	18	21	33	35
4	18	19	18	34	19	4	20	19	15	34	29
5	45	20	22	35	24	5	37	20	21	35	23
6	26	21	24	36	34	6	44	21	22	36	20
7	21	22	18	37	21	7	22	22	26	37	20
8	29	23	32	38	25	8	20	23	21	38	34
9	25	24	39	39	32	9	31	24	24	39	24
10	29	25	25	40	34	10	23	25	27	40	20
11	28	26	19	41	23	11	28	26	34	41	15
12	28	27	20	42	17	12	16	27	32	42	26
13	17	28	18	43	32	13	18	28	27	43	30
14	32	29	14	44	23	14	18	29	30	44	17
15	15	30	24	45	34	15	24	30	24	45	20

ตาราง 12 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	42	16	46	31	117
2	92	17	34	32	53
3	87	18	49	33	54
4	82	19	66	34	61
5	51	20	62	35	45
6	40	21	36	36	72
7	39	22	103	37	55
8	64	23	42	38	60
9	40	24	74	39	42
10	86	25	101	40	52
11	45	26	54	41	78
12	86	27	81	42	34
13	88	28	82	43	93
14	61	29	43	44	95
15	63	30	50	45	83

เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	75	16	41	31	59
2	38	17	58	32	42
3	36	18	46	33	55
4	30	199	33	34	58
5	39	20	54	35	71
6	54	21	83	36	47
7	113	22	61	37	38
8	39	23	54	38	67
9	45	24	51	39	85
10	60	25	47	40	44
11	56	26	52	41	61
12	39	27	37	42	61
13	51	28	82	43	66
14	37	29	30	44	66
15	33	30	50	45	40

ตาราง 13 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ของกลุ่ม
ทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	20	16	17	31	45
2	29	17	17	32	28
3	32	18	22	33	26
4	21	19	32	34	26
5	19	20	25	35	20
6	23	21	15	36	31
7	20	22	28	37	22
8	30	23	23	38	20
9	17	24	25	39	20
10	27	25	34	40	21
11	15	26	19	41	26
12	30	27	30	42	19
13	24	28	33	43	26
14	22	29	22	44	24
15	23	30	20	45	31

กลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	23	16	13	31	20
2	21	17	28	32	18
3	14	18	28	33	26
4	18	19	16	34	26
5	23	20	25	35	24
6	23	21	32	36	23
7	40	22	23	37	18
8	22	23	22	38	27
9	24	24	27	39	27
10	29	25	21	40	29
11	22	26	24	41	26
12	16	27	23	42	28
13	30	28	31	43	28
14	21	29	21	44	35
15	21	30	31	45	15

ตาราง 14 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น ของกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	13	16	10	31	22
2	21	17	12	32	13
3	18	18	13	33	16
4	14	19	15	34	16
5	13	20	15	35	10
6	13	21	8	36	21
7	12	22	18	37	16
8	20	23	13	38	17
9	9	24	15	39	9
10	16	25	15	40	14
11	13	26	12	41	17
12	21	27	20	42	10
13	13	28	17	43	20
14	13	29	13	44	18
15	15	30	12	45	18

กลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	16	16	10	31	16
2	11	17	15	32	9
3	9	18	10	33	18
4	11	19	9	34	15
5	11	20	13	35	10
6	14	21	17	36	13
7	19	22	16	37	10
8	12	23	12	38	13
9	13	24	14	39	22
10	14	25	16	40	11
11	12	26	11	41	12
12	9	27	9	42	14
13	16	28	20	43	18
14	11	29	8	44	15
15	12	30	15	45	12

ตาราง 15 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ของกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	9	16	19	31	50
2	42	17	5	32	12
3	37	18	14	33	12
4	47	19	19	34	19
5	19	20	22	35	15
6	4	21	13	36	20
7	7	22	57	37	17
8	14	23	6	38	23
9	14	24	34	39	13
10	43	25	52	40	17
11	17	26	23	41	35
12	35	27	31	42	5
13	51	28	32	43	47
14	26	29	8	44	53
15	25	30	18	45	34

กลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	36	16	18	31	23
2	6	17	15	32	15
3	13	18	8	33	11
4	1	19	8	34	17
5	5	20	16	35	37
6	17	21	34	36	11
7	54	22	22	37	10
8	5	23	20	38	27
9	8	24	10	39	36
10	17	25	10	40	4
11	22	26	17	41	23
12	14	27	5	42	19
13	5	28	31	43	20
14	5	29	1	44	16
15	0	30	4	45	13

ภาคผนวก ข.

- ตัวอย่าง แผนการสอนของกลุ่มทดลอง
- ตัวอย่าง ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ของกลุ่มทดลอง
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง ความสำคัญ จุลทลอมเหลว และจุลเคื้อคของน้ำ

เวลาที่ใช้สอน

4 คาบ

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ักเรียนไ้ทราบถึงความสำคัญและสมบัติของน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารภ

1. บอกความสำคัญของน้ำได้
2. แปลความหมายข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของน้ำในอาหารชนิดต่าง ๆ จากกราฟได้
3. หาจุลเคื้อคและจุลทลอมเหลวของน้ำได้
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อน้ำแข็ง

และน้ำไ้ได้รับความร้อน และแปลความหมายข้อมูลจากกราฟได้

5. บอกความหมายของการระเหยและการควบแน่นได้
6. บอกความหมายของความร้อนแฝงของการทลอมเหลวของน้ำแข็ง และความร้อนแฝงของการกลายเป็นไไ้

ความคิดรวบยอด

สิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นส่วนประกอบและต้องอาศัยน้ำในการดำรงชีวิต น้ำมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ขณะที่น้ำเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะคงที่ อุณหภูมิในขณะนั้น คือ จุดหลอมเหลวของน้ำเมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะจากน้ำแข็งกลายเป็นน้ำ หรือเป็นจุดเดือดของน้ำ เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ

กิจกรรม

1. ครูซักถามปัญหาที่นักเรียนเรียนแล้ว
2. ครูแนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. ให้นักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ครูซักถามปัญหาเพิ่มเติมหลังจากศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเสร็จแล้ว

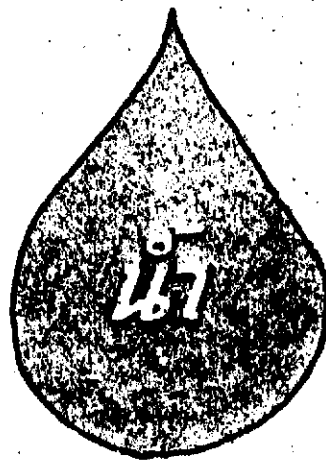
สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
2. ตรวจสอบการปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

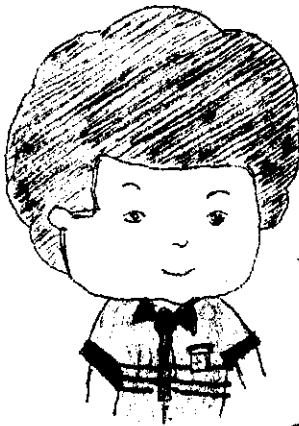
ชุดที่ 1



ขั้นตอนแรกที่จะได้ศึกษาต่อไปนี่ เรียกว่า
ขั้นตอนเรียนด้วยตนเอง สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถ
 เรียนได้ด้วยตนเอง ขั้นตอนเรียนด้วยตนเอง จะเป็น
 เครื่องมือในการเรียน ฉะนั้นผู้เรียนจะต้องตั้งใจ
 เรียน และปฏิบัติตามกิจกรรมที่ใครบอกให้ทำตามตามที่
 กำหนดไว้จึงจะได้ผลเต็มที่



ขอแนะนำในการฝึกชาชุดการเขียน มีดังนี้



ในขั้นแรกเรียนฝึกชาชุดการเขียนไปตามลำดับ อย่าข้ามขั้นตอน มิฉะนั้นขั้นแรกเรียนจะไม่สามารถปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนดไว้ได้

ในบางตอนจะเป็นข้อความที่กำหนดขึ้น เพื่อให้ขั้นแรกเรียนได้ปฏิบัติตามกิจกรรม ในขั้นแรกเรียนทำความเข้าใจแล้วปฏิบัติตามกิจกรรมในแต่ละบทเรียน





๑. ในส่วนที่เป็นคำถามทบทวน ให้นักเรียนตอบคำถาม และตรวจสอบคำตอบได้จากเฉลย ถ้าเขียนคำตอบยังไม่เสร็จ ห้ามเปิดดูเฉลยทันที เพราะถ้าเปิดดูเฉลยเสียก่อน นักเรียนจะไม่ได้ประโยชน์จากการศึกษาชุดการเรียนรู้

๒. นักเรียนมีข้อสงสัยขณะเรียน ให้สอบถามจากครูได้

๓. เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ให้นำมาส่งตรวจ



ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เรื่อง

ความสำคัญ และสมบัติของน้ำ

ความสำคัญ จุดหลอมเหลว และจุดเดือดของน้ำ

เวลา 4 คาบ

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงความสำคัญและสมบัติของน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาชุดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความสำคัญของน้ำได้

2. แปลความหมายข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของน้ำในอาหารชนิดต่าง ๆ จากกราฟได้
3. หาจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของน้ำได้
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อน้ำแข็งและน้ำได้รับความร้อน และแปลความหมายข้อมูลจากกราฟได้
5. บอกความหมายของการระเหยและการควบแน่นได้
6. บอกความหมายของความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็งและความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอได้

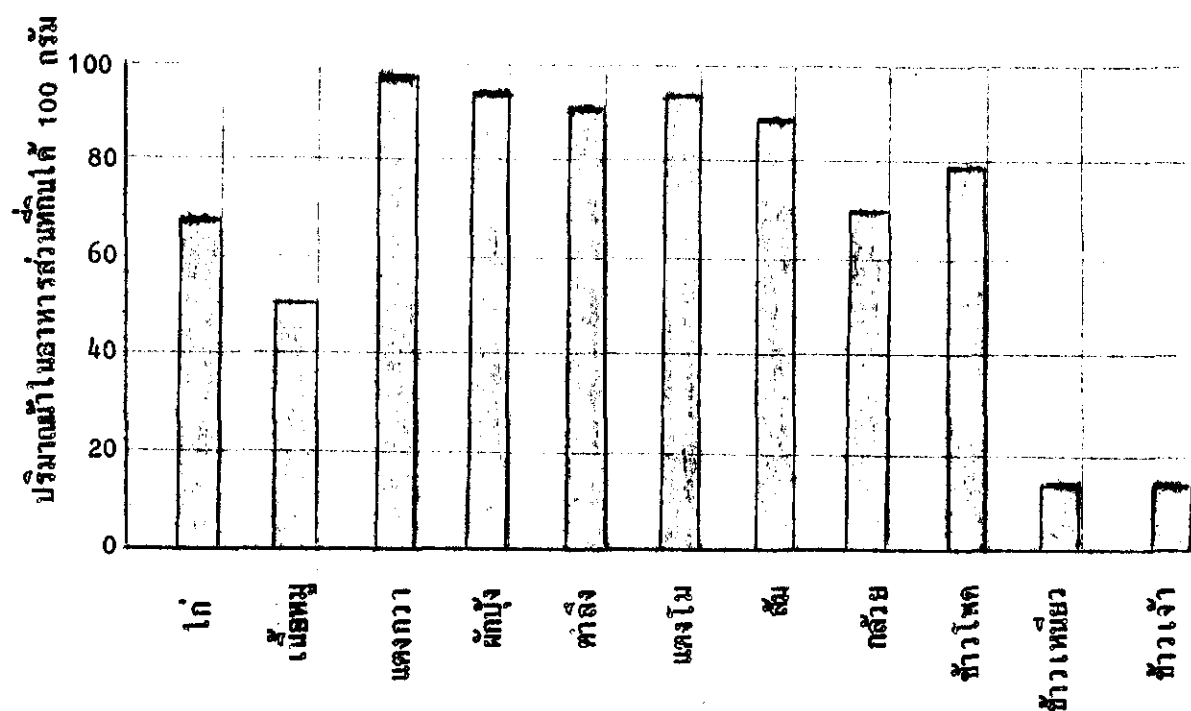


ความสำคัญ จุดหลอมเหลว

และจุดเดือดของน้ำ

นักเรียนคงจะทราบมาแล้วว่า น้ำมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์อยู่ตลอดเวลา เพราะนอกจากใช้ดื่ม อาบ ชักล้าง และประกอบอาหารแล้ว ในร่างกายก็ยังมียังมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 2 ใน 3 ส่วนของน้ำหนักตัว ในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ก็ต้องอาศัยน้ำในการดำรงชีวิต และมีน้ำเป็นองค์ประกอบของร่างกายด้วยกันทั้งสิ้น

สิ่งมีชีวิตต้องการน้ำและมีน้ำเป็นองค์ประกอบในร่างกาย ในขณะที่เดียวกันก็ต้องเสียน้ำออกจากร่างกายเช่นกัน โดยปกติร่างกายคนเราเสียน้ำไปเฉลี่ยวันละประมาณ 2.5 - 3.2 ลิตร น้ำจำนวนที่เสียไปนี้ร่างกายจำเป็นจะต้องหามาทดแทน ซึ่งอาจจะได้มาจากการดื่มน้ำโดยตรง หรือการรับประทานอาหารอื่นทั้งพืชและสัตว์ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ ในอาหารแต่ละชนิดจะมีปริมาณน้ำไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารนั้น ๆ ดังตัวอย่างที่แสดงในกราฟต่อไปนี้



จากกราฟจะพบว่า ในอาหารที่เรารับประทานเป็นประจำนั้น อาหารประเภทที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบมากที่สุด ได้แก่ ผักและผลไม้ ส่วนอาหารที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่น้อย ได้แก่ อาหารประเภทแป้ง

นอกจากเราจะใช้น้ำสำหรับดื่ม อาบ เพาะปลูก และเลี้ยงสัตว์แล้ว น้ำยังมีความสำคัญ
ต่อมนุษย์อีกหลายด้าน เช่น ใช้ในการคมนาคม ใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ และใช้พลังงานจากน้ำ
มาผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ อีกด้วย

นักเรียนได้ทราบถึงความสำคัญของน้ำต่อสิ่งมีชีวิตมาแล้ว เราควรที่จะได้ศึกษาสมบัติ
ของน้ำกันต่อไป



ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้

"เช้าวันหนึ่งแม่ให้ฉันไปซื้อวัคซีนเพื่อนำมาฉีดให้ลูกวัวที่เกิดใหม่ แม่บอกว่าวัคซีนต้องเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ ๆ (ประมาณ 0 องศาเซลเซียส) ฉันจึงเอาน้ำแข็งใส่ถุงพลาสติกไปช่วยระหว่างเดินทางกลับบ้าน ฉันสังเกตเห็นว่าแข็งที่แช่วัคซีนละลายไปกว่าครึ่ง จึงรีบวิ่งกลับบ้าน เมื่อถึงบ้านปรากฏว่าวัคซีนยังไม่เสีย"

จากข้อความ ให้นักเรียนระบุปัญหาที่พบมาให้มากที่สุด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

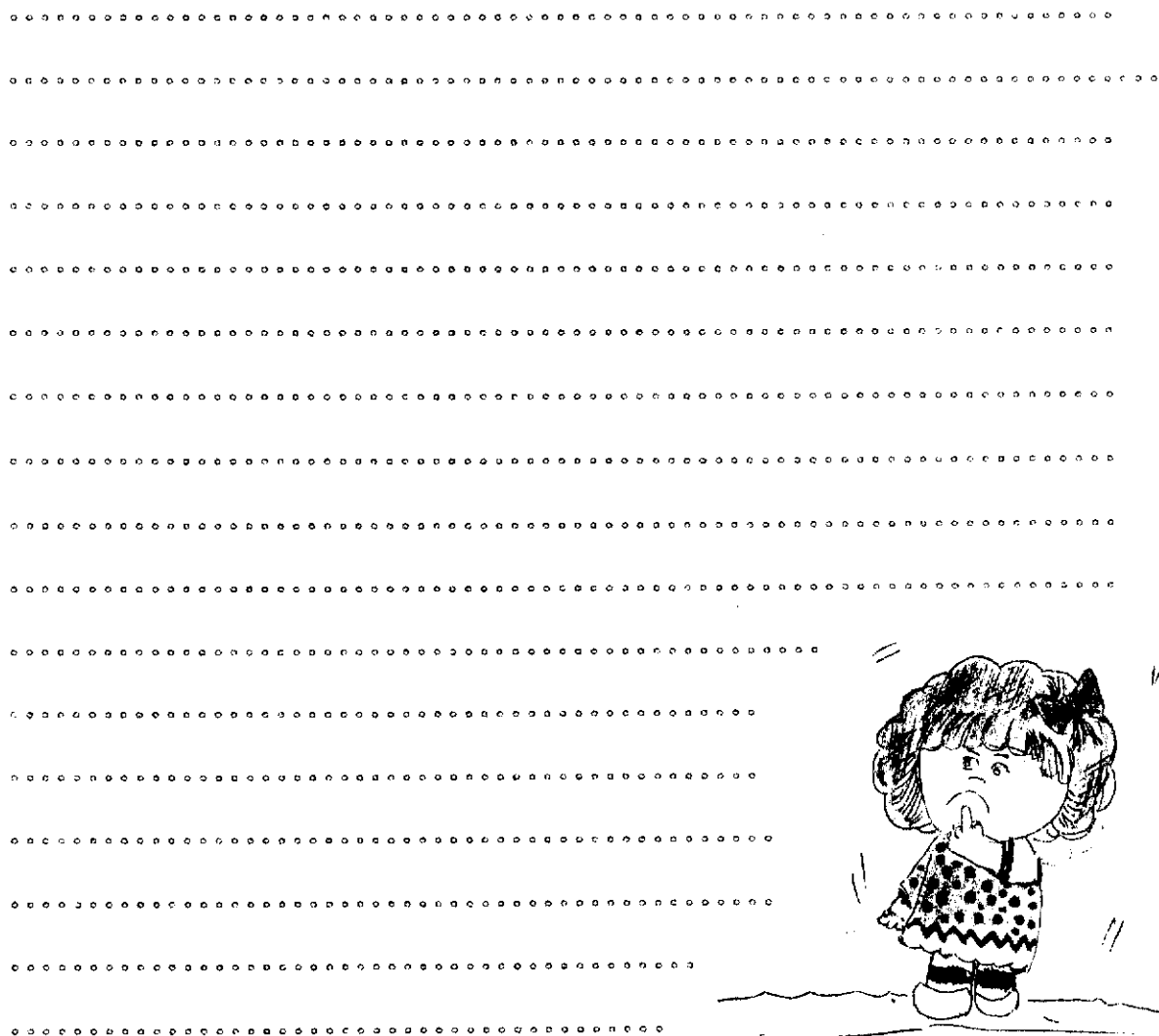
นักเรียนคงจะระบุปัญหาออกมาหลาย ๆ ปัญหาแตกต่างกันออกไป และอาจจะมีบางคน
ระบุปัญหาว่า "ขณะที่น้ำเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่" จากปัญหานี้ให้นักเรียนตั้ง
สมมติฐาน เพื่อเป็นการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า และช่วยชี้แนะแนวทางในการทดลอง ซึ่งนักเรียน
อาจจะเขียนมาหลาย ๆ สมมติฐานก็ได้

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

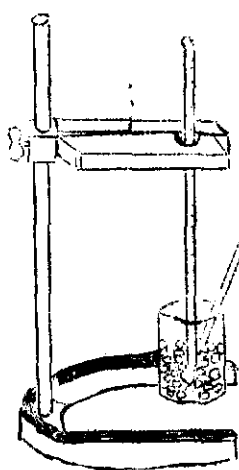
นักเรียนคงตั้งสมมติฐานออกมาในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป และถ้ามีบางคนตั้งสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบว่า "ขณะที่น้ำเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง" ถึงตอนนี้ นักเรียนคงอยากจะทราบใช่ไหมว่า สมมติฐานที่ตั้งขึ้นจะถูกต้องหรือไม่ เมื่อนักเรียนอยากราบ ก็ต้องทำการทดลองดู ซึ่งถ้ากำหนดอุปกรณ์ให้ตามรายการต่อไปนี้ นักเรียนจะออกแบบการทดลองตามแนวคิดของนักเรียนได้อย่างไร

อุปกรณ์ที่กำหนดให้ดังนี้

- | | |
|-----------------------------------|--------------------|
| 1. น้ำแข็งใสหรือน้ำแข็งหุบละเอียด | 30 cm ³ |
| 2. ถ้วยพลาสติกเบอร์ 3 | 1 ถ้วย |
| 3. เทอร์โมมิเตอร์ | 1 อัน |
| 4. ขาดังและที่จับหลอดทดลอง | 1 ชุด |
| 5. แท่งแก้วคน | 1 อัน |
| 6. นาฬิกา | 1 เรือน |

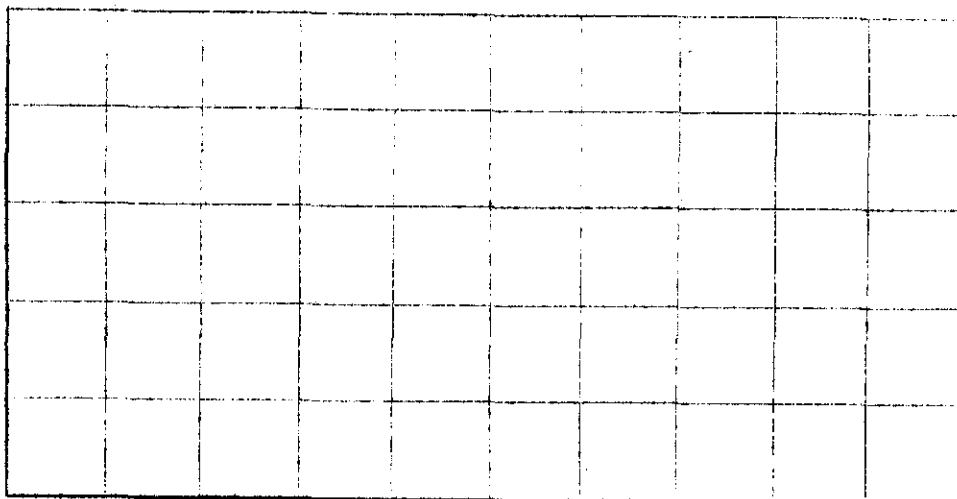


นักเรียนคงจะออกแบบการทดลองได้แล้ว และถ้ามีนักเรียนบางคนออกแบบการทดลอง
ในลักษณะนี้ คือ



รูป แสดงการหาจุด
หลอมเหลวของ
น้ำแข็ง

1. เอนน้ำแข็งที่ละเอียดใส่ลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 3 ประมาณ 3 ใน 4 ของกล่อง
2. เสียบเทอร์โมมิเตอร์ลงในน้ำแข็ง ให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์อยู่ระหว่างก้อนน้ำแข็งครึ่งรูป ระมัดระวังอย่าให้กระเปาะแตะกับข้างกล่องหรือก้นกล่อง
3. เมื่อเสียบเทอร์โมมิเตอร์ลงไป 2 นาทีแล้ว ให้อ่านและบันทึกอุณหภูมิโดยไม่ยกเทอร์โมมิเตอร์ขึ้น ใช้แท่งแก้วคนให้ทั่วทั้งกล่องตลอดเวลา อ่านและบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที จนน้ำแข็งหลอมเหลวหมด ทำเครื่องหมายแสดงเวลาที่น้ำแข็งหลอมเหลวหมด
4. เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวหมดแล้ว ให้อ่านและบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที ต่อไปอีก 5 นาที



นักเรียนจะทดลองและบันทึกผลเสร็จแล้ว จากผลการทดลองและกราฟที่เขียนขึ้น

นักเรียนจะสรุปผลได้อย่างไร

.....

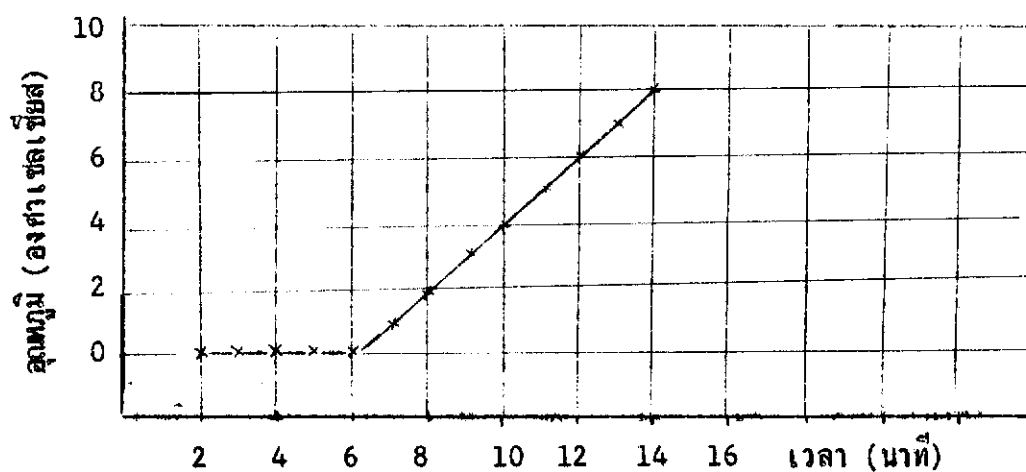
.....

.....

นักเรียนจะสรุปผลการทดลองเสร็จแล้ว เวลาจะมาพิจารณาผลการทดลองและกราฟ
ที่เขียนขึ้นตามแบบต่อไปนี้บ้างว่า จะสรุปผลได้อย่างไร

ผลการทดลองและกราฟ

นาทีที่	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8



นักเรียนคงจะสรุปผลได้แล้ว และคงจะสรุปได้ว่า ช่วงที่น้ำแข็งยังละลายไม่หมด ซึ่งถือว่าเป็นช่วงที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลวหรือน้ำแข็งเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะคงที่ เมื่อน้ำแข็งละลายหมดแล้ว อุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ

อุณหภูมิที่อ่านได้ในขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลว เรียกว่า จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง หรือบางทีเรียกว่าจุดเยือกแข็ง ทั้งนี้เพราะถ้าเรานำน้ำมาทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมินี้ น้ำจะเริ่มกลายเป็นน้ำแข็ง โดยปกติแล้ว จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของน้ำจะอยู่ที่ 0 องศาเซลเซียส

ในขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลวอยู่อุณหภูมิจะคงที่ ทั้งนี้เป็นเพราะถ้าแข็งนำเอาพลังงานความร้อนจากภายนอกไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากน้ำแข็งเป็นน้ำ พลังงานความร้อนที่นำมาใช้นี้ เรียกว่า ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง

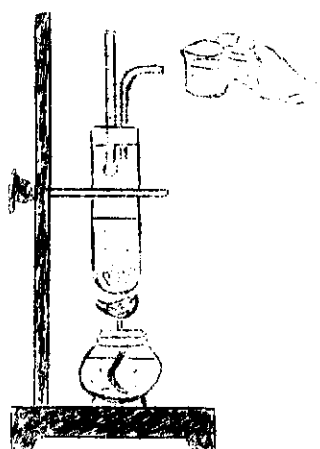
เก่งมากที่น้องเรียนสามารถปฏิบัติ
กิจกรรมได้ครบทุกขั้นตอนตามที่กำหนดไว้
ช่วงนี้หยุดพักได้ 10 นาที ก่อนที่จะเริ่ม
เรียนบทเรียนใหม่กันต่อไป



จากสมมติฐาน "ขณะที่น้ำเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง" ถ้ากำหนดอุปกรณ์ให้ตามรายการต่อไปนี้ นักเรียนจะออกแบบการทดลองตามแนวคิดของนักเรียนได้อย่างไร
อุปกรณ์ที่กำหนดให้ มีดังนี้

1. น้ำกลั่น 20 cm^3
2. หลอดทดลองขนาดใหญ่ 1 หลอด
3. เทอร์โมมิเตอร์ 1 อัน
4. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 1 ใบ
5. จุกยางเจาะรู 2 รู 1 จุก
6. หลอดคนำกาช 1 หลอด
7. ขาตั้งและที่จับหลอดทดลอง 1 ชุด
8. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กันลม 1 ชุด
9. เศษกระเบื้องแตก หรือหินอ่อนเม็ดเล็ก 10 เม็ด
10. นาฬิกา 1 เรือน

นักเรียนคงจะออกแบบการทดลองได้แล้ว ถ้ามีนักเรียนบางคนออกแบบการทดลองในลักษณะนี้ คือ



รูป แสดงการหาจุดเดือด
ของน้ำ

1. ใช้หลอดทดลองขนาดใหญ่ใส่น้ำกลั่นประมาณ 20 cm^3 ใส่เศษกระเบื้องแตก 3 - 4 ชิ้น
2. ใช้จุกยางที่มีเทอร์โมมิเตอร์และหลอดแก้วเสียบอยู่ที่จุกยาง ปิดปากหลอดด้วยรู ระวังอย่าให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์จุ่มในน้ำ
3. คำนวณในหลอดแก้ว อ่านและบันทึกอุณหภูมิไว้ทุก ๆ 1 นาที จนถึงนาทีที่ 10
4. สังเกตที่หลอดนำก๊าซว่ามีอะไรเกิดขึ้นแล้วนำบีกเกอร์ใส่น้ำเย็นไปอังที่ปลายหลอดนำก๊าซ

จากการออกแบบการทดลองดังกล่าวนี้ ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 5 คน ลงมือทำการทดลอง เพื่อศึกษาว่าผลการทดลองจะเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ และให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผล บันทึกผล พร้อมทั้งนำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิกับเวลา โดยให้เวลาเป็นแกนนอนและอุณหภูมิเป็นแกนยืน

นักเรียนทงจะทดลองและบันทึกผลเสร็จแล้ว จากผลการทดลองและกราฟที่เขียนขึ้น
นักเรียนจะสรุปผลได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

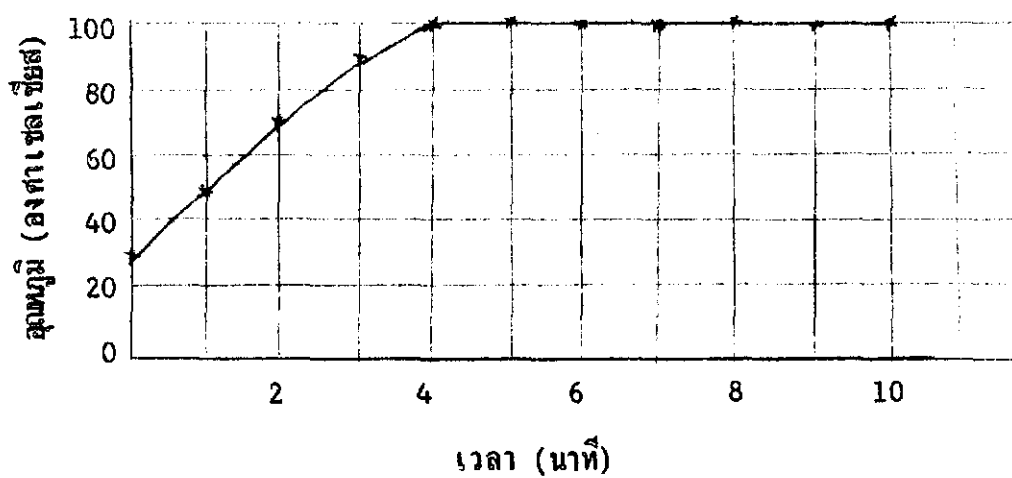
.....

.....

นักเรียนคงจะสรุปผลการทดลองเสร็จแล้ว เราลองมาพิจารณาผลการทดลองและกราฟ
ที่เขียนขึ้นตามแบบต่อไปนี้บ้างว่า จะสรุปผลได้อย่างไร

ผลการทดลองและกราฟ

นาฬิกา	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	30	55	70	95	100	100	100	100	100	100	100



สรุปผล

.....

.....

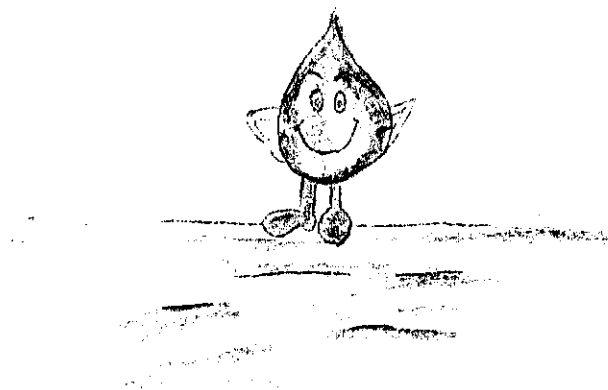
.....

.....

.....

.....

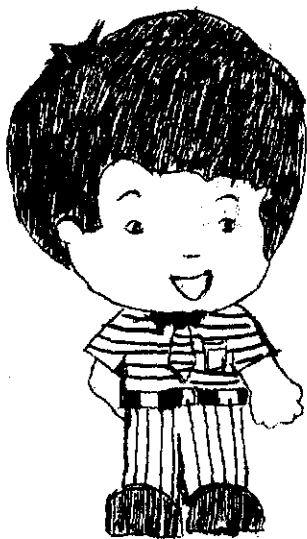
.....



นักเรียนคงจะสรุปผลได้แล้ว และคงจะสรุปในลักษณะที่ว่า ในขณะที่น้ำกำลังเดือดเป็นช่วงที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นก๊าซ อุณหภูมิจะคงที่

จากผลการทดลองและกราฟที่เขียนขึ้นจะพบว่า เมื่อเราให้ความร้อนปริมาณหนึ่งแก่น้ำ อุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ และจะสังเกตเห็นไอน้ำเกิดขึ้น เราเรียกปรากฏการณ์ที่ของเหลวได้รับความร้อนและกลายเป็นไอน้ำว่า การระเหย หรือ การกลายเป็นไอ เมื่อน้ำได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งน้ำจะเดือด ภายใต้อุณหภูมิจะคงที่ อุณหภูมิที่อ่านได้ในขณะนั้นคือ จุดเดือดของน้ำ โดยปกติแล้วจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์จะเป็น 100° เซลเซียส

ในขณะที่น้ำเดือดอุณหภูมิของน้ำจะคงที่ทั้ง ๆ ที่เรายังให้พลังงานความร้อน ทั้งนี้เพราะน้ำนำเอาพลังงานความร้อนไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะ เรียกว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ ในขณะที่น้ำกำลังเดือด ถ้าเรานำบีกเกอร์ใส่น้ำเย็นไปอังที่ปลายหลอดนำก๊าซ จะพบว่า มีหยดน้ำเกาะที่ภาชนะนั้น ปรากฏการณ์ที่ไอน้ำรวมตัวกันเป็นหยดน้ำนี้เรียกว่า การควบแน่นของน้ำ



เกือบมากที่นึกเรียนพยางค์กา
 ชดการเรียนจนเสร็จ แล้วว่าคงจะ
 ใ้ใจบทเรียนมากขึ้น เพื่อความแน่ใจ
 ขอให้ลองตอบคำถามทบทวนอีกครั้ง
 นะครับ

คำถามทบทวน

เรื่อง ความสำคัญ จุดหลอมเหลว และจุดเดือดของน้ำ

ชื่อ ชั้น เลขที่

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

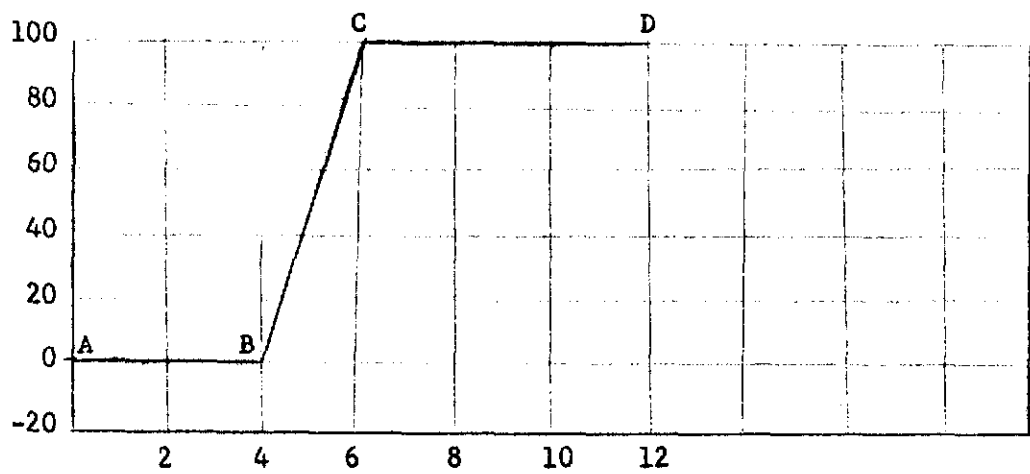
1. น้ำมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไรบ้าง ให้นักเรียนตอบมา 5 ข้อ

ตอบ

2. จากตารางแสดงปริมาณน้ำในผลไม้ที่กินได้ 100 กรัม ให้นักเรียนเขียนกราฟรูปแท่งแสดงปริมาณน้ำในผลไม้ชนิดต่าง ๆ เหล่านี้

อาหาร (100 กรัม)		ปริมาณน้ำ (กรัม)
ประเภท	ชนิด	
ผลไม้	แตงโม	92.2
	ส้ม	87.2
	มะละกอสุก	86.7
	สับปะรด	84.9
	กล้วย	66.5

3. เมื่อนำน้ำแข็งมาทำให้ร้อนจนหลอมเหลวและเดือดกลายเป็นไอ โดยวัดอุณหภูมิทุก 1 นาที แล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ได้กราฟดังต่อไปนี้



3.1 กราฟช่วงใดที่แสดงว่าน้ำแข็งกำลังหลอมเหลว

ตอบ

3.2 กราฟในช่วงใดที่ไม่มีการใช้ความร้อนแฝง

ตอบ

4. สาร ก. เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่ง เมื่อนำไปต้มและวัดอุณหภูมิตั้งแต่เริ่มต้นไปเรื่อย ๆ ทุก ๆ 2 นาที ได้ผลดังนี้

นาทีที่	2	4	6	8	10	12	14	16	18
อุณหภูมิ (°C)	26	35	42	54	63	80	89	89	89

ให้ข้อมูลนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 4.1 - 4.2

4.1 จุดเดือดของสาร ก. เป็นเท่าใด

ตอบ

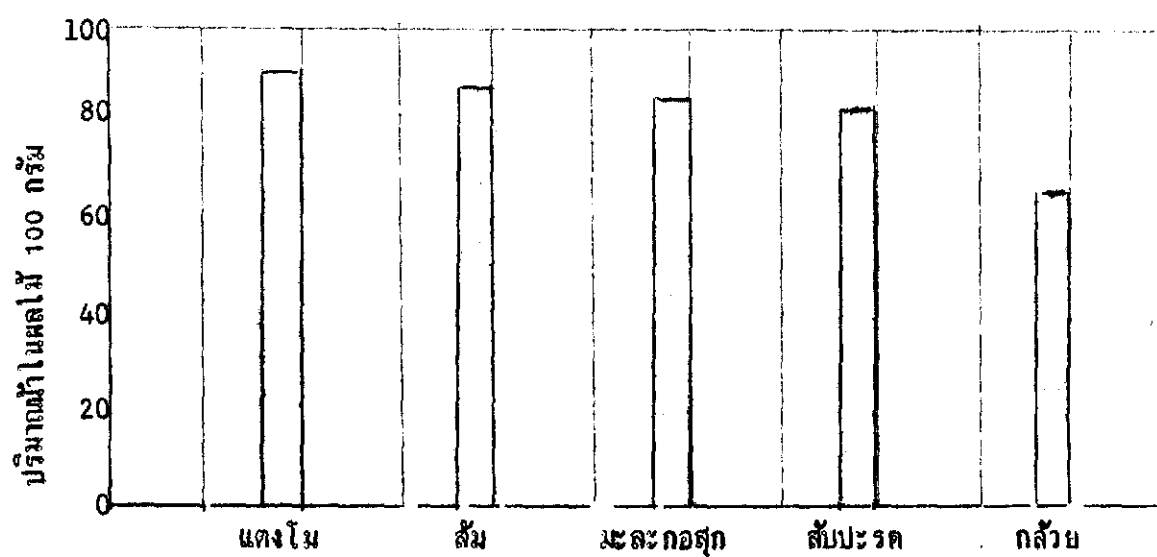
4.2 ถ้าทำการทดลองต่อไปจนถึงนาทีที่ 20 อุณหภูมิของสาร ก. จะเป็นเท่าใด

ตอบ

คำเฉลย

1. แนวคำตอบได้แก่ เป็นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ เป็นทางคมนาคมขนส่งใช้ในการอุปโภคบริโภค ใช้เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ใช้เป็นแหล่งสร้างพลังงาน เช่น พลังงานน้ำตก พลังงานจากไอน้ำเคือก

2.



3.

3.1 AB

3.2 BC

4.

4.1 89 องค์าเซลเซียส

4.2 89 องค์าเซลเซียส

5. อาจตั้งสมมติฐานได้หลาย ๆ ลักษณะ เช่น น้ำที่นำมาหาจุดเดือดไม่ใช่ น้ำบริสุทธิ์
อาจมีสารอื่นเจือปนอยู่ อ่านเทอร์โมมิเตอร์ไม่ถูกวิธี คุณภาพของเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ไม่ดี
สถานที่ทดลองหาจุดเดือดของน้ำมีความดันต่างไปจาก 76 เซนติเมตรของปรอท

คราวนี้คำตอบของนกเงือก
 คงเหมือนกับที่เคยได้ ถ้าไม่เหมือน
 ไม่ต้องตกใจ ลองกลับไปทำความเข้าใจ
 บทเรียนอีกครั้งนะคะ



ตาราง 16 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำ

เนื้อหา	พฤติกรรม					อันดับความสำคัญ
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	รวม	
1. ความสำคัญของน้ำ	-	-	1	1	2	10
2. จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของน้ำ	1	2	1	3	7	2
3. การเปลี่ยนสถานะของน้ำ	2	1	1	1	5	4
4. ความหนาแน่นของน้ำ	-	1	1	2	4	6
5. น้ำใต้ดิน	1	-	2	1	4	6
6. แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น	-	1	2	-	3	9
7. พลังน้ำที่ตกจากที่สูง	2	-	1	1	4	6
8. สารต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำและสารละลายอิ่มตัว	2	1	2	3	8	1
9. น้ำกระด้าง	2	1	1	2	6	3
10. การกำจัดตัวถูกละลายและสารแขวนลอยในน้ำ	-	1	2	2	5	4
11. น้ำประปา	2	-	-	-	2	10
รวม	12	8	14	16	50	
อันดับความสำคัญ	3	4	2	1		

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องน้ำ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ มีทั้งหมด 50 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 1 ชั่วโมง ฉะนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อ จึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก ที่กำหนดให้ คือ ก, ข, ค, ง และ จ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย ✕ แล้วไปทำเครื่องหมาย X ใหม่ ลงในข้อที่ต้องการ
4. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
5. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น โรงเรียน และเลขที่ของแบบทดสอบ ก่อนลงมือทำ
6. ให้ส่งข้อสอบคืนก่อนออกจากห้องสอบ

1. แคมมีน้ำหนักตัว 40 กิโลกรัม จะคิดเป็นน้ำหนักของน้ำในตัวของแคมเท่าใด

ก. 36.33 กิโลกรัม

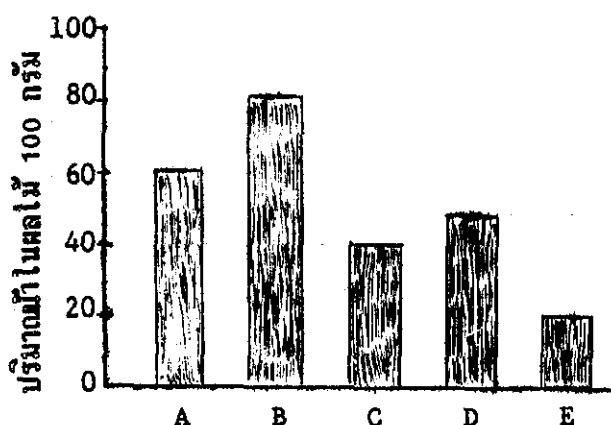
ข. 26.66 กิโลกรัม

ค. 23.35 กิโลกรัม

ง. 13.10 กิโลกรัม

จ. 11.66 กิโลกรัม

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณากราฟต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 2



2. ผลไม้ E 100 กรัม จะมีน้ำอยู่
ปริมาณเท่าใด

ก. 80 กรัม

ข. 60 กรัม

ค. 40 กรัม

ง. 20 กรัม

จ. 10 กรัม

3. ข้อใดเป็นการสังเกต

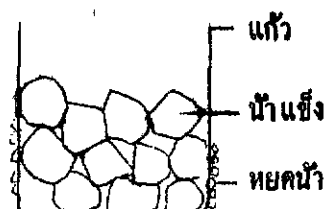
ก. มีไอน้ำอยู่รอบ ๆ แก้ว

ข. อากาศรอบ ๆ แก้วเย็นมาก

ค. มีหยดน้ำเล็ก ๆ เกาะที่ข้างแก้ว

ง. น้ำแข็งจะละลายหมดในไม่ช้า

จ. ไอน้ำในอากาศรวมตัวกันเป็นหยดน้ำ เกาะข้างแก้ว



4. ขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลว อุณหภูมิจะเป็นเท่าใด

ก. 100 องศาเซลเซียส

ข. 98 องศาเซลเซียส

ค. 50 องศาเซลเซียส

ง. 4 องศาเซลเซียส

จ. 0 องศาเซลเซียส

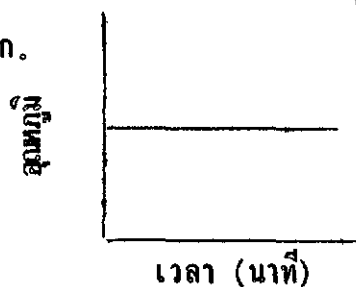
คำชี้แจง พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 5 - 6

ของเหลว X เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่ง เมื่อนำมาต้มและวัดอุณหภูมิตั้งแต่เริ่มต้นไปเรื่อย ๆ ทุก ๆ 1 นาที ปรากฏผลดังข้อมูลในตาราง

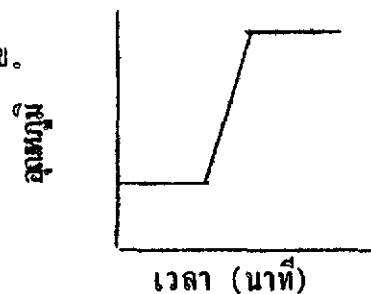
เวลา (นาที)	0	1	2	3	4	5	6
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	28	46	60	86	94	94	94

5. กราฟในข้อใดที่สอดคล้องกับข้อมูลในตาราง

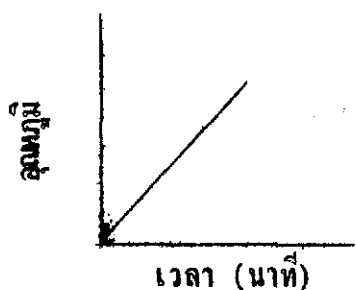
ก.



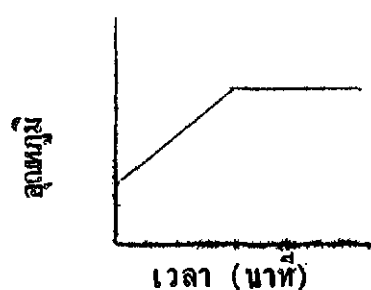
ข.



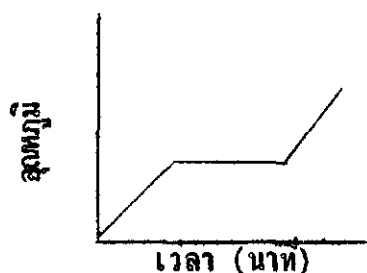
ค.



ง.



จ.



6. จากตาราง จุดเดือดของสาร X จะเป็นเท่าใด

ก. 0 องศาเซลเซียส

ข. 28 องศาเซลเซียส

ค. 86 องศาเซลเซียส

ง. 94 องศาเซลเซียส

จ. 100 องศาเซลเซียส

10. จากการทดลองหาจุดเดือดของน้ำในที่ต่าง ๆ ปรากฏว่า หาจุดเดือดได้ดังนี้ ที่ชายทะเล เท่ากับ 99°C ที่เนินเขาเท่ากับ 96°C ที่ยอดเขาสูง ๆ เท่ากับ 86°C ถ้าใช้ของเหลวชนิดอื่นแทนน้ำ การจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
- ก. ของเหลวต่างชนิดกันมีจุดเดือดต่างกัน ข. จุดเดือดของของเหลวเปลี่ยนแปลงได้
 ค. จุดเดือดของของเหลวขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิว ง. น้ำมีจุดเดือดสูงกว่าของเหลวชนิดอื่น ๆ
 จ. เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้นจุดเดือดของเหลวจะลดลง
11. โมเลกุลของน้ำในข้อใดที่มีพลังงานจลน์มากที่สุด
- ก. น้ำกลั่น ข. น้ำแข็ง
 ค. น้ำอุ่น ง. น้ำเดือด
 จ. น้ำเย็น
12. ข้อใดเป็นการจัดเรียงลำดับพลังงานจลน์ของน้ำจากน้อยไปหามาก
- ก. น้ำ น้ำแข็ง ไอน้ำ ข. น้ำแข็ง ไอน้ำ น้ำ
 ค. น้ำแข็ง น้ำ ไอน้ำ ง. ไอน้ำ น้ำ น้ำแข็ง
 จ. ไอน้ำ น้ำแข็ง น้ำ

คำชี้แจง อ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 13

1. โมเลกุลของน้ำในสถานะที่เป็นของแข็งจะมีแรงยึดเหนี่ยวมากกว่าโมเลกุลของของเหลวและก๊าซ
 2. เมื่อน้ำได้รับความร้อน โมเลกุลจะเกิดการสั่นสะเทือนและเคลื่อนที่
 3. เมื่อน้ำกลายเป็นไอน้ำโมเลกุลจะมีแรงยึดเหนี่ยวมากขึ้นและมีพลังงานจลน์ต่ำลง
 4. เมื่อน้ำแข็งเปลี่ยนสถานะกลายเป็นน้ำ โมเลกุลจะมีแรงยึดเหนี่ยวน้อยลง และมีพลังงานจลน์ต่ำลง
13. จากข้อความที่กำหนดให้ ข้อใดถูกต้อง
- ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3
 ค. ข้อ 1 และ 4 ง. ข้อ 2 และ 3
 จ. ข้อ 2 และ 4

14. ถ้าเพิ่มความร้อนให้แก่ น้ำ จะเกิดผลอย่างไร

- | | |
|---|----------------------------------|
| ก. มวลเพิ่มขึ้น | ข. ปริมาตรลดลง |
| ค. ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น | ง. โมเลกุลมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น |
| จ. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลจะเพิ่มขึ้น | |

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 15 - 16

นักเรียนคนหนึ่งได้ทำการทดลอง ดังนี้

1. นำภาชนะชนิดและขนาดเดียวกันมา 2 ใบ
2. รินของเหลว ก. ลงในภาชนะที่ 1 และของเหลว ข. ลงในภาชนะที่ 2 ปริมาณเท่ากัน
3. วางภาชนะทั้งสองไว้บริเวณเดียวกัน เป็นเวลา 20 นาที
4. หาบปริมาณของของเหลว ก. และ ข. ที่เหลือในภาชนะพร้อม ๆ กัน

15. การทดลองดังกล่าวควรใช้ตรวจสอบสมมติฐานในข้อใด

- | | |
|---|------------------------------------|
| ก. การระเหยของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ | ข. ขนาดของภาชนะมีผลต่อการระเหย |
| ค. ของเหลวต่างชนิดกันระเหยได้เร็วช้าต่างกัน | ง. ปริมาณของของเหลวมีผลต่อการระเหย |
| จ. อุณหภูมิต่างกันของเหลวจะระเหยได้เร็วช้าต่างกัน | |

16. อุปกรณ์ชนิดใดที่ไม่จำเป็นต้องใช้ในการทดลอง

- | | | |
|-------------------|----------------------|---------|
| ก. บีกเกอร์ | ข. กระจกทวง | ค. กรวย |
| ง. เทอร์โมมิเตอร์ | จ. ถูกทั้ง ก. และ ง. | |

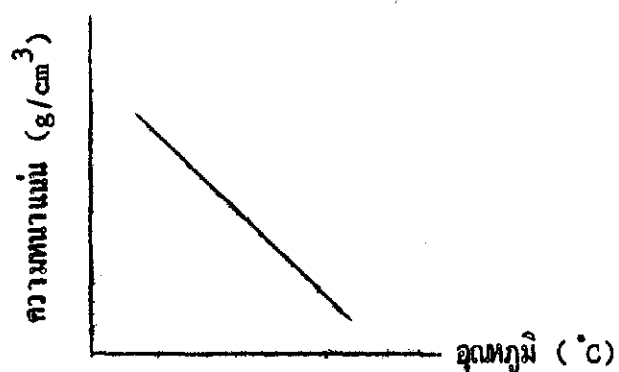
17. ในการบรรจุน้ำอัดลมลงขวด เขาจะเหลือที่ว่างไว้เล็กน้อยเพื่ออะไร

- | | |
|--|--|
| ก. เพื่อสะดวกในการเปิดฝา | ข. เพื่อให้มีน้ำมีแรงดันมากขึ้น |
| ค. เพื่อให้ก๊าซขยายตัวเมื่อถูกความเย็น | ง. เพื่อให้ก๊าซขยายตัวเมื่อกลายเป็นน้ำแข็ง |
| จ. เพื่อให้อากาศเข้าง่ายเมื่อเปิดฝา | |

18. เพราะเหตุใดน้ำแข็งจึงลอยน้ำได้

- | | |
|---|-----------------------------|
| ก. มีมวลน้อยกว่าน้ำ | ข. มีอุณหภูมิต่ำกว่าน้ำ |
| ค. มีปริมาตรน้อยกว่าน้ำ | ง. มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ |
| จ. มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยกว่าน้ำ | |

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความหนาแน่นของสาร



19. ตารางบันทึกผลในข้อใดที่สอดคล้องกับกราฟนี้

ก.

อุณหภูมิ (°C)	ความหนาแน่น (g/cm ³)
20	2
25	3
30	4
35	5

ข.

อุณหภูมิ (°C)	ความหนาแน่น (g/cm ³)
20	5
25	4
30	3
35	2

ค.

อุณหภูมิ (°C)	ความหนาแน่น (g/cm ³)
20	5
25	3
30	2
35	4

ง.

อุณหภูมิ (°C)	ความหนาแน่น (g/cm ³)
20	5
25	4
30	3
35	2

จ.

อุณหภูมิ (°C)	ความหนาแน่น (g/cm ³)
20	5
25	4
30	3
35	2

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตารางแสดงค่าความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ แล้วตอบ

คำถามข้อ 20

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	สถานะ	ความหนาแน่น (g/cm^3)
100	ของเหลว	0.9585
50	ของเหลว	0.9880
20	ของเหลว	0.9970
5	ของเหลว	1.0000
0	ของเหลว	0.9998
0	ของแข็ง	0.9168
-10	ของแข็ง	0.9164

20. จากตาราง ข้อใดถูกต้อง

- ก. ความหนาแน่นของน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
- ข. น้ำ 1 กรัม และน้ำแข็ง 1 กรัม จะมีปริมาตรเท่ากันที่ 0°C
- ค. เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 4°C ความหนาแน่นของน้ำจะเพิ่มขึ้น
- ง. ที่อุณหภูมิ 0°C น้ำแข็งจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ
- จ. เมื่ออุณหภูมิต่ำลงความหนาแน่นของน้ำจะเพิ่มขึ้น

21. ข้อใดหมายถึงน้ำบาดาล

- ก. น้ำที่ขังอยู่ใต้ดิน
- ข. น้ำที่ขังอยู่ระหว่างชั้นหิน
- ค. น้ำที่มีสารหลายชนิดละลายเจือปนอยู่
- ง. น้ำฝนที่ตกลงมาแล้วซึมลงสู่ใต้ดิน
- จ. น้ำที่ขีมนอยู่ในดินเหนียวชั้นหิน

22. ระดับน้ำใต้ดินจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับข้อใด

- ก. ปริมาณน้ำฝน
- ข. ระดับน้ำทะเล
- ค. สภาพภูมิอากาศ
- ง. ปริมาณน้ำบาดาล
- จ. ปริมาณของแหล่งน้ำบนดิน

23. ถ้าจะขุดบ่อน้ำควรถูกเลือกพื้นที่บริเวณใด

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| ก. บริเวณที่พื้นดินอุดมสมบูรณ์ | ข. บริเวณที่เป็นดินเหนียว |
| ค. บริเวณที่พื้นดินชุ่มชื้น | ง. บริเวณที่มีต้นไม้ยืนต้นอยู่มาก |
| จ. บริเวณที่พื้นดินราบเรียบไม่ขรุขระ | |

24. ในการทำน้ำประปา เราต้องมีการทอน้ำไว้ในที่สูง เพื่ออะไร

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| ก. เพื่อให้มีพลังงานมากขึ้น | ข. เพื่อให้น้ำตกตะกอนเร็วขึ้น |
| ค. เพื่อเก็บน้ำไว้ใช้นาน ๆ | ง. เพื่อป้องกันเชื้อโรค |
| จ. เพื่อป้องกันการขาดแคลนน้ำ | |

25. แหล่งน้ำธรรมชาติในข้อใด ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าแทนเขื่อนได้

- | | |
|----------------|-----------|
| ก. ทะเล | ข. น้ำตก |
| ค. น้ำพุ | ง. แม่น้ำ |
| จ. อ่างเก็บน้ำ | |

26. ข้อใดไม่ใช่สารละลาย

- | | |
|-------------|---------------|
| ก. เหล้า | ข. น้ำตาล |
| ค. น้ำเกลือ | ง. น้ำอัลคาไล |
| จ. น้ำปลา | |

27. ถ้าต้องการสารละลาย จะต้องใช้สารชนิดใดละลายในน้ำ

- | | |
|-----------|------------|
| ก. ซอส | ข. ซีเมนต์ |
| ค. สบู่ | ง. แป้งมัน |
| จ. ผงชูรส | |

28. สารต่อไปนี้ "ออกซิเจน น้ำประปา เทียนไข น้ำมันก๊าด ผงชูรส" จัดเป็นวัตถุละลายกี่ชนิด

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

29. ข้อใดหมายถึงสารแขวนลอย

- | | |
|--|---------------------------------------|
| ก. สารที่ลอยอยู่ในน้ำ | ข. สารที่ละลายน้ำได้น้อย |
| ค. สารที่ละลายเจือปนอยู่ในน้ำ | ง. สารที่ไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ |
| จ. สารที่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำที่อุณหภูมิสูง | |

30. นำน้ำตาลทรายมา 20 กรัม ละลายน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำเชื่อมที่ได้จะมีความเข้มข้นเท่าใด

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| ก. 0.5 กรัมต่อน้ำ 100 ลบ.ซม. | ข. 1 กรัมต่อน้ำ 100 ลบ.ซม. |
| ค. 2 กรัมต่อน้ำ 100 ลบ.ซม. | ง. 10 กรัมต่อน้ำ 100 ลบ.ซม. |
| จ. 50 กรัมต่อน้ำ 100 ลบ.ซม. | |

31. การตกผลึก หมายถึงกระบวนการในข้อใด

- | | |
|---|------------------------------------|
| ก. สารแขวนลอยในน้ำจับตัวกันตกลงมา | ข. สารละลายเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง |
| ค. ตัวถูกละลายเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง | ง. ตัวถูกละลายแยกตัวออกจากสารละลาย |
| จ. ตัวทำละลายมีตัวถูกละลายอยู่มากเกินไป | |

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 32 - 33

นักเรียนคนหนึ่งได้ทำการทดลองเทน้ำประมาณ 25 ลบ.ซม. ลงในบีกเกอร์แล้วค่อย ๆ เติมน้ำ X ลงไปที่ละน้อย จนจนไม่ละลาย อุณหภูมิของสารละลายร้อนประมาณ 50 องศาเซลเซียส เติมน้ำลงไปอีก จนจนไม่ละลาย ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

32. อุปกรณ์ชนิดใดไม่จำเป็นต้องใช้ในการทดลองนี้

- | | | |
|--------------|---------------------|---------------|
| ก. บีกเกอร์ | ข. กรวย | ค. แท่งแก้วคน |
| ง. กระบอกตวง | จ. ตะเกียงแอลกอฮอล์ | |

33. การทดลองนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับเรื่องอะไร

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| ก. การกลั่น | ข. การตกผลึก |
| ค. การหาจุดเดือดของน้ำ | ง. การหาความหนาแน่นของน้ำ |
| จ. การละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ | |

36. ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สาร B ละลายน้ำได้กี่กรัม

ก. 10 กรัม

ข. 20 กรัม

ค. 50 กรัม

ง. 58 กรัม

จ. 60 กรัม

37. จากกราฟแสดงความสามารถในการละลายของสาร A จะสรุปได้อย่างไร

ก. สาร A ละลายน้ำได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง

ข. ความสามารถในการละลายของสาร A ไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

ค. สาร A ละลายได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

ง. สาร A ละลายได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

จ. ความสามารถในการละลายของสาร A จะคงที่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 38

จากการทดลองละลายสาร X ในน้ำ 100 ลบ.ซม. ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ผลดังต่อไปนี้

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ความสามารถในการละลาย (กรัม)
10	31
20	37
30	43
40	49

38. จากข้อมูลในตาราง เมื่อสาร X ละลายน้ำได้ 40 กรัม อุณหภูมิจะเป็นเท่าใด

ก. 10 องศาเซลเซียส

ข. 15 องศาเซลเซียส

ค. 20 องศาเซลเซียส

ง. 25 องศาเซลเซียส

จ. 30 องศาเซลเซียส

39. น้ำในแม่น้ำลำคลองที่มีอุณหภูมิสูง อาจทำให้ปลาได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ เพราะเหตุใด

ก. พืชต้องการออกซิเจนมากขึ้น

ข. ปลาต้องการออกซิเจนมากขึ้น

ค. พืชคายออกซิเจนน้อยลง

ง. ออกซิเจนละลายน้ำได้น้อย

จ. สัตว์ต้องการออกซิเจนมากขึ้น

40. สารในข้อใดทำให้เกิดน้ำกระด้าง

ก. โซเดียมคลอไรด์

ข. กัลเซียมซัลเฟต

ค. คอปเปอร์ซัลเฟต

ง. โซเดียมคาร์บอเนต

จ. กัลเซียมคาร์บอเนต

41. สมบัติของน้ำในข้อใดทำให้เกิดน้ำกระด้างได้

ก. เป็นตัวทำละลายที่ดี

ข. เกิดฟองกับสบู่ได้ดี

ค. น้ำเปลี่ยนสถานะได้

ง. น้ำมีจุลินทรีย์และจุลินทรีย์

จ. น้ำมีความหนาแน่นมากที่สุดที่ 4 องศาเซลเซียส

42. เรามีสบู่กับน้ำกระด้างชั่วคราว และน้ำกระด้างถาวรได้โดยวิธีใด

ก. ต้ม

ข. เติมน้ำส้ม

ค. เติมน้ำปูน

ง. ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

จ. เติมน้ำโซเดียมคาร์บอเนต

43. วิธีใดแก้ไขได้เฉพาะน้ำกระด้างชั่วคราว

ก. ต้ม

ข. เติมน้ำปูน

ค. แกว่งน้ำส้ม

ง. เติมน้ำโซเดียมคลอไรด์

จ. เติมน้ำโซเดียมคาร์บอเนต

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ประกอบการ

ตอบคำถามข้อ 44

จากการทดลองทดสอบ

ความกระด้างของน้ำ

ได้ผลการทดลอง

ดังต่อไปนี้

หลอดที่	ผลที่สังเกตเห็นได้			
	น้ำชุด A		น้ำชุด B	
	มีฟอง	ไม่มีฟอง	มีฟอง	ไม่มีฟอง
1. เติมน้ำสบู่	-	✓	-	✓
2. ต้มแล้วเติมน้ำสบู่	✓	-	-	✓
3. เติมน้ำโซเดียมคาร์บอเนต	✓	-	✓	-

-

49. ขั้นตอนแรกของการทำน้ำประปา คือข้อใด

- ก. กรอง
- ข. เติมคลอรีน
- ค. เติมปูนขาว
- ง. ทำให้ตกตะกอน
- จ. เติมโซเดียมคาร์บอเนต

50. ในการทำน้ำประปา เราทำให้สารแขวนลอยตกตะกอนได้โดยใช้สารชนิดใด

- ก. ถ่าน
- ข. สารส้ม
- ค. ปูนขาว
- ง. เหล็กแกง
- จ. โซเดียมคาร์บอเนต

การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

บทคัดย่อ

ของ

พจนา สังวรณกิจ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ตุลาคม 2529

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับ
การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียน
ที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 90 คน
กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู ใช้แบบแผนการวิจัย
แบบ Randomized Control-Group Posttest-Only Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้
t-test

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ของกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ของกลุ่มทดลองและกลุ่ม
ควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

AN EXPERIMENT ON MATHAYOM SUKSA I SCIENTIFIC TEACHING
BY USING SELF-LEARNING PACKAGE

AN ABSTRACT

BY

POTCHANA SUNGVORNGKIT

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
October 1986

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa I Students' Achievement in Science and Scientific Creative Thinking by Using Self-Learning Package and IPST Teacher's Manual.

The subjects were 90 Mathayom Suksa I students of Nangrong School, Nangrong District, Buriram, during the first semester of the 1968 academic year. The experimental group was taught by Using Self-Learning Package. The control group was taught by the IPST Teacher's Manual. Randomized Control-Group Posttest-Only Design was used in the study. The t-test was used for data analysis.

The results of this study indicated that.

1. The achievement in science of the experimental and control groups was not significantly different.
2. The scientific creative thinking of the experimental and control groups was significantly different at the .01 level.
3. The fluency of the scientific creative thinking of the experimental and control groups was not significantly different.
4. The flexibility of the scientific creative thinking of the experimental and control groups was significantly different at the .05 level.
5. The originality of the scientific creative thinking of the experimental and control groups was significantly different at the .01 level.