

507.3

ว 144 ก

ร. 3

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการ
การทางวิทยาศาสตร์เน้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท

ปริญญานิพนธ์

ของ

บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม

10 ก.ย. 2534

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2533

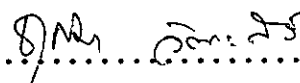
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4 15611

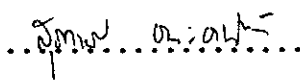
173467

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

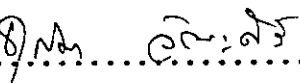
.......... ประธาน

(ดร. ชุตินา วัฒนศิริ)

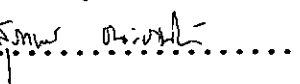
.......... กรรมการ

(อาจารย์สุภาพ ธาระชานนท์)

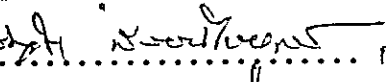
คณะกรรมการสอบ

.......... ประธาน

(ดร. ชุตินา วัฒนศิริ)

.......... กรรมการ

(อาจารย์สุภาพ ธาระชานนท์)

.......... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผศ. สมจิต สวณไพบูลย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.......... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ. ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่ ..18... เดือน...ตุลาคม..... พ.ศ. 2533

ประกาศคุณประการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.ชุตินา วัฒนศิริ อาจารย์สุภาพร ณะชานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวอนไพบุลย์ ผู้ซึ่งได้ประสาทความรู้ให้แนวคิด กำลังใจ และตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความมีน้ำใจ และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ชาดิชัย วิโรจนะ อาจารย์อุทัย บุญมาดี อาจารย์กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง และอาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์โรงเรียนบ้านหมอ "พัฒนานุกุล" ทุกท่านที่ได้กรุณาช่วยเหลือแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู-อาจารย์ทุกท่าน และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนบ้านหมอ "พัฒนานุกุล" ที่ได้อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณอาจารย์กมลลา วัฒนาสุนทรารักษ์ คุณอัครา แจ่มพุ่ม เพื่อนนิสิตเอกการมัธยมศึกษา และเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ปีการศึกษา 2531 ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาในการทำปริญญานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครู-อาจารย์ ที่ช่วยอบรมสั่งสอนและชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม

ตุลาคม 2533

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	12
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	12
	✓เอกสารเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้	18
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	32
	เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	41
	เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์..	45
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ...	59
	✓งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้	61
	งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	63
	งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	66
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	67

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	69
	ประชากร	69
	กลุ่มตัวอย่าง	69
	แบบแผนการทดลอง	70
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	71
	วิธีดำเนินการทดลอง	76
	การวิเคราะห์ข้อมูล	77
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	78
	สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน	80
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	84
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	84
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	93
	จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	93
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	94
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	94
	การอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	97
	ข้อเสนอแนะ	104

บรรณานุกรม	108
------------------	-----

ภาคผนวก	117
---------------	-----

ประวัติย่อของผู้วิจัย	166
-----------------------------	-----

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการวิจัย	71
2	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	85
3	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ..	86
4	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	87
5	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ของกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม	88
6	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	89
7	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังเรียน 	90
8	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลัง เรียน	91
9	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม ก่อนและ หลังเรียน	92

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	16
2	แสดงรูปแบบการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	40
3	แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	42

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ดังนั้น บุคคลในสังคมจึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงตนเองอยู่ตลอดเวลา เพื่อทันกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การให้การศึกษาจึงควรเป็นไปเพื่อพัฒนาคุณภาพของบุคลากรนักเรียน (ทองหล่อ วงษ์อินทร์. 2517 : 1)

การพัฒนาคุณภาพของคน โดยให้มีความรู้ สามารถหาความรู้ สามารถคิด สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์ (วรรณดี วรรณศิลป์. 2522 : 1) ดังนั้นการพัฒนาประเทศให้ เป็นไปตามจุดมุ่งหมายประการแรกที่ต้องทำคือการพัฒนาประชากรในประเทศให้เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง โดยถือหลักว่าถ้ายังมีกำลังคนที่มีความคิดริเริ่มมากเท่าใด การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมก็จะได้ผลดียิ่งขึ้นเพียงนั้น (ธำรง บัวศรี. 2510 : 24) และ อารี รังสิมันท์ (2527 : 61) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่สำคัญของมนุษย์ และมีคุณค่ามากกว่าความสามารถด้านอื่น ๆ ช่วยให้เกิดการค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มาก เกี่ยวกับเรื่องนี้ ฮุบลรัตน์ เฟิงสติดัย (2526 : 39) ให้ข้อคิดว่าความคิดสร้างสรรค์ สามารถพัฒนาหรือสร้างขึ้นในตัวนักเรียนได้ ถ้ากระบวนการเรียนการสอนเริ่มต้นจากสถานการณ์ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดริเริ่ม รวมทั้งนักเรียนสามารถตอบสนองสิ่งนั้น ๆ อย่างเหมาะสม

การเตรียมบุคคลให้มีความคิดสร้างสรรค์นั้น เป็นหน้าที่ของครูทุกวิชา (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2517 : 5) แต่เนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ลักษณะของเนื้อหาวิชาสามารถช่วยให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับ พิตซ์ และ ชันด์ (Piltz

and Sund. 1968 : 1) ที่กล่าวไว้ว่า ไม่มีความรู้สาขาใดจะมีผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้มากไปกว่าวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่แฝงอยู่แล้วในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการค้นพบ การค้นหาสิ่งที่ยังไม่ทราบ การค้นพบสิ่งใหม่ จินตนาการ การแก้ปัญหา ผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดล้วนแต่มาจากความคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น ดังนั้นวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์จึงต้องไปด้วยกัน (สวัณน์ นิยมคำ. 2531 : 442) ครูวิทยาศาสตร์จะต้องรับภาระที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาซึ่งไม่ใช่แต่ด้านพัฒนาความคิดของผู้เรียนเท่านั้น แต่ครูยังจะต้องช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เจตคติ และมีบุคลิกนักวิทยาศาสตร์ด้วย เพราะถ้าผู้เรียนมีความสามารถเช่นนั้นแล้ว ก็จะนำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ ของชีวิตและสร้างสรรค์สังคมให้สามารถอยู่ในโลกแห่งความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ (สวัณน์ นิยมคำ. 2517 : 5)

การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันไม่เพียงแต่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เป็นความรู้ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง กฎ หลักการ ทฤษฎี และสมมติฐาน เท่านั้น ยังต้องอาศัยการให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสืบหาความรู้เหล่านั้นด้วยตนเอง (ปรีชา วงศ์ศิริ. 2522 : 2) และยังต้องอาศัยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ สามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหในการเรียน การสอน และชีวิตประจำวันได้. รวมทั้งมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย (ก่อศักดิ์ ศรีน้อย. 2527 : 1) แต่ปรากฏว่า ปัจจุบันนักเรียนส่วนใหญ่มักมีปัญหาด้านการเรียนด้านต่าง ๆ อยู่มาก จากการวิจัยของกรมสามัญศึกษา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ นักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ย 19.76 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน (กรมสามัญศึกษา. 2526 : 21 - 27) มีนพนา จงสุขสันตกุล (2524 : 42) ได้ศึกษาพบว่า ปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรพุทธศักราช 2521 ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังมีน้อย ครูส่วนใหญ่ยังขาดทักษะในการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการเรียนการสอน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนได้รับความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์น้อยลงไปด้วย และจะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน จากผลการวิจัยของ กิ่งฟ้า สันธวงษ์ และคณะ (2525 : 113) พบว่าทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จากคะแนนที่นักเรียนทำข้อสอบได้คะแนนต่ำกว่าครึ่งของคะแนนรวม แสดงว่ายังไม่ได้ได้รับการพัฒนาทักษะเท่าที่ควร เหตุผลประการหนึ่งมาจากครูผู้สอนยึดเนื้อหามากเกินไป และสอนทักษะเท่าที่มีอยู่ในหนังสือแบบเรียนและคู่มือครู ซึ่งไม่ได้ชี้ให้นักเรียนเห็นถึงการนำทักษะเหล่านั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน จากการวิจัยของ จินดารัตน์ โกลที่พั้ง (2528 : 104) เกี่ยวกับสภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในเขตการศึกษา 11 และจากการวิจัยของ เฉลิม รอดหลง (2529 : 85 - 92) ศึกษาเกี่ยวกับสภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในเขตการศึกษา 6 พบว่าครูวิทยาศาสตร์มีภาระหน้าที่มาก ไม่สามารถดำเนินการสอนตามวิธีของ สสท. ได้ทั้งหมด ทำให้นักเรียนขาดทักษะในการแสวงหาความรู้ พร้อมทั้งได้เสนอแนะไว้ว่าควรจะได้มีการพัฒนาโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับชั้น

การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร โดยเฉพาะในเรื่องความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่มีวิธีสอนใดที่ดีที่สุด (สุวัณท์ นิยมคำ. 2517 : 124) การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียนในรูปของการฝึกเป็นรายบุคคล โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเองอย่างเต็มที่ ก็จะเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2527 : 27 - 3) ชุดการเรียนเป็นนวัตกรรมที่สำคัญรูปแบบหนึ่งดังที่ กรีน (Green. 1976 : 38 - 47) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ควรนำชุดการเรียนมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเองตามความยากง่ายอย่างเหมาะสม ทั้งนี้เพราะเป้าหมายที่สำคัญของหลักสูตรก็คือ การให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงด้วยตนเอง การเรียนจากชุดการเรียนมีข้อดีหลายด้าน เช่น ทำให้ผู้เรียนมีอิสระที่จะพัฒนาตนเอง สามารถเรียนได้เร็ว ช้า ตามความสามารถอย่างมีระบบ มีวัตถุประสงค์บอกไว้เป็นแนวทางให้ผู้เรียนได้รู้ว่าจะเรียนอะไร อย่างไร (พัชรี พลางค์. 2526 : 86) นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนของครู ทำให้ครูมีเวลาในการปรับปรุงการสอนมากขึ้น (บุญเหลือ ทองเอี่ยม. 2527 : 2 - 3) ชุดการเรียนสามารถนำมาใช้ในชั้นมัธยมศึกษาได้ จากงานวิจัยการสอนโดยใช้ชุดการเรียนกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้พอ ๆ กับการสอนตามปกติหรือสูงกว่าการสอนตามปกติได้ (พจนา สังวรณกิจ. 2529 : 80, อุทัย บุญมาดี. 2529 : 61 - 62) นอกจากนี้ชุดการเรียนยังช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความรู้ความสามารถให้รู้จักเรียนรู้

ได้ด้วยตนเอง เป็นไปตามนโยบายของการมัธยมศึกษาที่ต้องการให้เยาวชนมีทักษะและเจตคติในการศึกษา ค้นคว้า เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต (กรมสามัญศึกษา. 2529 : 119) การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ควรฝึกทักษะควบคู่ไปกับการให้เนื้อหาความรู้ (อรพินทร์ ประสิทธิ์รัตน์. 2526 : 63) และควรจะได้รับ การฝึกหัดทักษะเพื่อพัฒนาความคิดในเรื่องแปลกใหม่ หรือมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์นั้นเอง (เบญจมาศ วัฒนวงศ์. 2524 : 47 ; อ้างอิงมาจาก Pittz and Sund. 1969) จากงานวิจัยของ ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 79) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการผลการศึกษา พบว่า นักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะขั้นบูรณาการ มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะขั้นพื้นฐาน ประดิษฐ์ สันนัเอื้อ (2527 : 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

จากสภาพและแนวคิดดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะเสนอรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เพื่อศึกษาว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะนี้ จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ในแต่ละด้านดังนี้

1. ด้านความคิดริเริ่ม
2. ด้านความคิดยืดหยุ่น
3. ด้านความคล่องแคล่วในการคิด
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ของ

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนและหลังเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนและหลังเรียน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ทราบผลของการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ได้ตัวอย่างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว203) โรงเรียนบ้านหมอ "พัฒนานุกูล" อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 7 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 280 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) โรงเรียนบ้านหมอ "พัฒนานุกูล" อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ซึ่งได้จากการจับฉลากมา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 7 ห้องเรียน แล้วจับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน สอนตามคู่มือครู สสวท

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที

4. ตัวแปรที่ทำการศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอน 2 วิธีคือ

ก. การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อวิธีฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ข. การสอนตามคู่มือครู สสวท.

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

ก. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

5. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ว 203) เรื่องอาหาร ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาจนเกิดความชำนาญแคล่วคล่อง จำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน และทักษะขั้นบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขต

ของค่าหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การขั้่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือไปจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

4. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในกาทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

4.1 วิธีทดลอง หมายถึง การกำหนดวิธีทดลองโดยคำนึงถึงตัวแปรต้นตัวแปรตาม และตัวแปรต้องควบคุม (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

4.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากกาทดลองซึ่งเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่

2. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

หมายถึง ชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยปรับปรุงรูปแบบมาจากชุดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ของ คาร์ดาเรลลี (Cadarelli. 1973 : 150) นำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแต่ละทักษะมาฝึก โดยยึดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1. หัวข้อ ชื่อเรื่องที่จะศึกษาในชุดการเรียนรู้แต่ละชุด
2. คำชี้แจงในการใช้ชุดการเรียนรู้แต่ละชุด
3. หัวข้อย่อย เรื่องที่จะต้องศึกษาในชุดการเรียนรู้แต่ละชุด
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังจากนักเรียนศึกษาชุด

การเรียนรู้จบแล้ว

5. กิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ระบุปัญหาจากสถานการณ์ ให้นักเรียนฝึกเขียนปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นชุดอุปกรณ์ที่กำหนดให้ ในรูปประโยคคำถาม
2. หาเหตุผลที่เป็นไปได้ ให้นักเรียนฝึกเขียนเหตุผลที่สอดคล้องกับปัญหาและสถานการณ์ที่กำหนดให้
3. ตั้งสมมติฐาน ให้นักเรียนฝึกเขียนสมมติฐาน โดยนำปัญหาและเหตุผลของปัญหาที่ตั้งขึ้น มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า...และ....
4. ให้แนวทางในตอนที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน และกำหนดสมมติฐานเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนออกแบบการทดลอง

ตอนที่ 2 ขั้นตอนออกแบบการทดลอง

1. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ให้นักเรียนฝึกเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการโดยนำสมมติฐานที่กำหนดให้ มาให้ความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. กำหนดและควบคุมตัวแปร ให้นักเรียนฝึกกำหนดตัวแปรต้น
ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐานที่กำหนดให้

3. ออกแบบการทดลอง ให้นักเรียนฝึกระบุอุปกรณ์และ/หรือ
สารเคมีที่ใช้ในการทดลองเลือกจากอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่กำหนดให้ และออกแบบการทดลอง

4. ให้นำแนวทางในตอนที่ 2 ขึ้นออกแบบการทดลอง เพื่อนำไปสู่
ขั้นทดลอง

ตอนที่ 3 ขั้นทดลอง

1. ปฏิบัติการทดลอง ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน
ที่กำหนดให้ในชุดการเรียนรู้

2. บันทึกผลการทดลอง ให้นักเรียนฝึกออกแบบตารางบันทึกผล
การทดลองและบันทึกผลการทดลอง ลงในตารางที่ออกแบบไว้

3. ให้นำแนวทางในตอนที่ 3 ขั้นทดลอง

ตอนที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

1. สรุปผลการทดลอง ให้นักเรียนฝึกเขียนสรุปผลการทดลอง
จากข้อมูลที่บันทึกไว้ในตารางบันทึกผลการทดลอง และจากการตอบคำถามที่กำหนดให้ เพื่อนำไปสู่
การสรุปผลการทดลอง

2. ให้นำแนวทางในตอนที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

6. ความรู้เพิ่มเติมด้านเนื้อหา ให้นักเรียนฝึกเป็นความรู้เพิ่มเติมด้านเนื้อหา โดยให้
นักเรียนศึกษาด้วยตนเองไปตามลำดับ

7. คำถามทบทวน ให้นักเรียนตอบคำถามทบทวน เมื่อปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้
แต่ละขั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว

8. ให้นำแนวทางในการตอบคำถามทบทวน

3. ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
หมายถึง วัสดุ และ/หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาจัดกระทำ เพื่อให้เห็นปรากฏการณ์หรือ
ความสัมพันธ์อันเป็นผลมาจากข้อเท็จจริง กฎ หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์

4. การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ขั้นบูรณาการหมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และฝึกทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนได้ศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึก
 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทั้งในลักษณะที่เป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม โดยครู
 เป็นผู้อำนวยความสะดวก ตลอดจนให้คำปรึกษาเมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้

5. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนที่สถานส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดขึ้นโดยใช้รูปแบบของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งมีขั้นตอนใน
 การจัดกิจกรรม ดังนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง นักเรียนอภิปรายร่วมกับครูเกี่ยวกับปัญหา
 จุดประสงค์ของการทดลอง วิธีการทดลอง
2. ปฏิบัติการทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน
3. การอภิปรายหลังการทดลอง นักเรียนอภิปรายร่วมกับครู โดยนำผลการทดลอง
 มาอภิปราย และตอบคำถามที่กำหนดไว้ เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการ
 เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอาหาร ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่นักเรียน
 ตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัด
 ความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้
 มาแล้วเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ใน
 รูปใหม่ และสามารถแปรความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ
 ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง
 ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และการลงสรุป

7. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในตัวบุคคลที่จะคิดได้หลายแบบเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่แต่เดิมให้มีรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม และเป็นการคิดที่มุ่งเข้ากับผู้อื่น ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งที่แปลกใหม่ และแตกต่างไปจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดาและแตกต่างจากบุคคลอื่น
2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบ หรือวิธีการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง
3. ความคล่องแคล่วในการคิด หมายถึง ความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหา หรือหาคำตอบได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด

8. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องแคล่วในการคิด เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบสอบถามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ ชชาติชัย วิโรจน์ (2531 : 280 - 284) ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาหาคูณภาพอีกครั้งหนึ่ง

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้
3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้
3. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ใบศรี อานนท์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5 - 7) ได้ให้ความเห็นว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นการสอนที่ทำให้การเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผล โดยผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมสุข อธิพิจิตร (2526 : 45 - 47) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้น กระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง

สุวิทย์ นิยมคำ (2531 : 502) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียน เป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียน ยังไม่เคยมีความรู้สิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กานเย่ และชวบ (สมใจ อ่องสุวรรณ. 2515 : 12 - 16 ; อ้างอิงมาจาก Gagne. 1968 ; Schwab. 1968) กล่าวว่า การสืบสวน-สอบสวน เป็นชุดกิจกรรมซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ใช้แก้ปัญหา เมื่อเผชิญหน้ากับปรากฏการณ์ใหญ่ ๆ ที่ท้าทายให้คิด และเป็นการสอนที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ 4 ประการ ดังนี้

1. ความรู้เกิดจากการแปลความหมายของข้อมูล
2. การค้นหาข้อมูลนั้น ต้องอาศัยรากฐานจากความคิดรวบยอดเปลี่ยนความรู้ที่ได้มาก็เปลี่ยนด้วย
3. ความรู้จะเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีเหตุผลที่ตมาคัดค้าน ซึ่งเป็นไปได้เมื่อรู้ดีกว่า และรู้มากกว่าที่เคยรู้

กู๊ด และรูเธอร์ฟอร์ด (Good. 1973 : 303 ; Rutherford. 1968 : 264 - 265) มีความเห็นที่เหมือนกันว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ (Teaching Science as Inquiry) มีความหมาย 2 นัย คือ

1. คือ การสอนวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นการสอนสืบสอบหาความรู้เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งที่รวมอยู่ในวิทยาศาสตร์ ในการจัดการให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างโดยการกระตุ้นให้นักเรียน มีความอยากรู้อยากเห็น และแสวงหาความรู้โดยการถามและพยายามค้นหาคำตอบให้พบโดยตนเอง
2. คือ การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสืบสอบ เป็นวิธีการเรียนโดย การแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้น (Problem - solving Approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้ง จะเป็นตัวกระตุ้นการคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วนเป็นระบบ

ออกแบบการวัดที่ต้องการแยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปหาพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์คิดค้นตีความ หมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด (Ideal Circumstances) การใช้วิธีการอย่างฉลาด (Brilliant Leaps) สามารถทดสอบได้ และสรุปอย่างมีเหตุผล

ความหมายทั้ง 2 นัยนี้ มีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนี้

<u>ความหมายนัยที่ 1</u>	<u>ความหมายนัยที่ 2</u>
1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความ ปรารถนาที่จะค้นคว้าหาความรู้เอง 2. ครูพยายามให้นักเรียนใช้คำถาม เป็นสื่อในการหาความรู้ และให้ นักเรียนค้นหาคำตอบให้พบโดย ตนเอง	1. เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น 2. นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการ ทำกิจกรรมนี้

ซันด์ และโทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 53 - 55) ได้ให้ ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคล ใช้กระบวนการ คิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้ง สมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่นเป็น คนมีความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective) อยากรู้ อยากเห็นใจกว้าง

ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

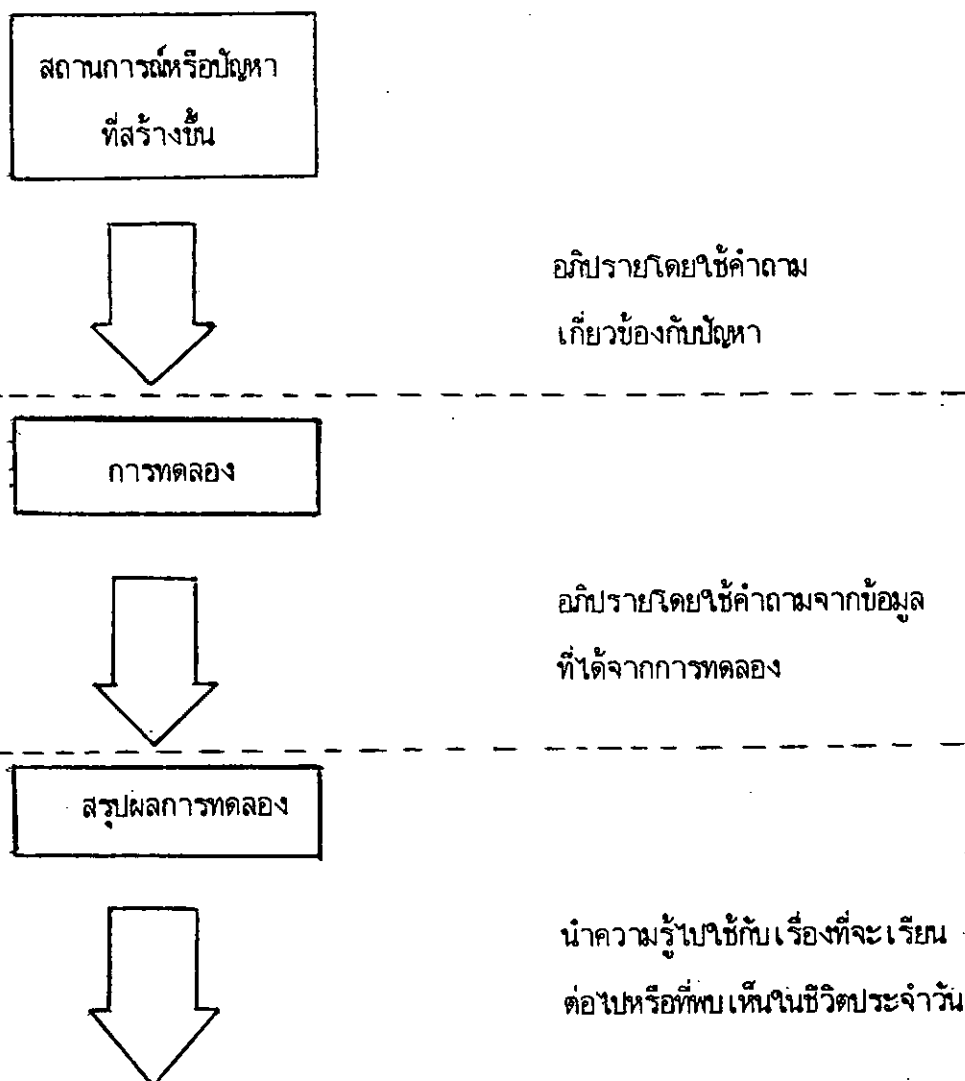
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอน คือ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 5 - 6)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิดสงสัย และแนวทางให้ผู้เรียนหาคำตอบ ตลอดจนให้คำแนะนำในการทำทดลอง

2. ปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนให้คำแนะนำดูแลควบคุมอย่างใกล้ชิด กระตุ้น สนับสนุนให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post - lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวคิดที่กว้างขวางขึ้น และมีการอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลองด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จะมีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายจะเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิด เห็นยอมรับความคิดเห็น มีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝนหรือทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็จะเขียนแผนภูมิแสดงได้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามลักษณะที่แสดงในภาพประกอบ สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงปัญหาเพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาใน
อย่างไรก็ตาม สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบ

เห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบทดลองที่ต้องการได้ ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ช่วยให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามนี้ต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก โดยใช้คำถามเป็นชุดต่อเนื่องกัน และสัมพันธ์กัน ชุดของคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ (สมมติฐาน) ในที่สุด คำตอบที่อาจเป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์การทดลอง

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในขั้นตอนนี้เป็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายก่อนการทดลอง โดยทั่วไปแล้วจะอภิปรายครอบคลุมในประเด็นต่าง ๆ คือ การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัย

4. ดำเนินการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องลงมือดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งเอาไว้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามความเหมาะสม ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำแนะนำและช่วยเหลือนักเรียนแต่ละกลุ่มเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น สำหรับเนื้อหาที่ไม่สามารถทำการทดลองในห้องได้ เราอาจใช้ตารางบันทึกข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทดลองมาก่อนมาใช้อภิปรายเพื่อนำสรุปผลต่อไป โดยนักเรียนไม่ต้องดำเนินการทดลองโดยตรง

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้ต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์ หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อ ๆ ไป

จากที่การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดค้นหาคำตอบทั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง

และลงมือปฏิบัติการทดลอง ตลอดจนสรุปเป็นความรู้ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว ๗ ซึ่งเป็น
การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

2. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้

ความหมายของชุดการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ชุดการสอน (Instructional Package) ชุด
การเรียนรู้เบ็ดเสร็จ (Self-Instruction Package) ชุดการสอนรายบุคคล (Individualized Learning Package) ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi-Media) ที่จัดขึ้นสำหรับ
หน่วยการเรียนรู้ หัวข้อ เนื้อหาและอุปกรณ์ของแต่ละหน่วยได้จัดไว้เป็นชุดหรือกล่องหรือซอง
ชุดการเรียนรู้อาจมีรูปแบบที่แตกต่างกันแต่ส่วนมากจะประกอบด้วยคำชี้แจง หัวข้อ จุดมุ่งหมาย การ
ประเมินผลเบื้องต้นการกำหนดกิจกรรม และการประเมินผลขั้นสุดท้าย จุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อการสอน
นักเรียนเป็นรายบุคคลและให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเอง (วีระ ไทยพานิช.
2529 : 34)

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524 : 60 - 61) ได้ให้ความหมายของคำว่า ชุดการเรียนรู้
(Learning Package) กับคำว่าชุดการสอน (Instructional Package) ไว้ว่า ชุดการสอน
เป็นคำที่ใช้กันมาตั้งแต่เดิม การใช้คำว่าชุดการสอนทำให้เกิดแนวคิดที่ว่าสื่อการเรียนที่จัดไว้ให้ครูเป็น
ผู้ใช้ ดังนั้นผู้ทำกิจกรรมคือครู ผู้เรียนเป็นฝ่ายฟังและสังเกต ในปัจจุบันนักการศึกษา จึงเปลี่ยน
มาใช้คำว่า ชุดการเรียนรู้ (Learning Package) เพื่อย้ำถึงแนวการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
กลางให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้สื่อต่าง ๆ ในชุดการเรียนรู้เพื่อศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ครูลด
บทบาทในการบอกลง

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นิพนธ์ ศุภปริดี (2525 : 74 - 75) คือ การรวบรวมสื่อ
การเรียนรู้สำเร็จรูปเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากชุดการเรียนรู้ด้วยความสะดวก
เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ชุดการเรียนรู้จะต้องประกอบไปด้วยสื่อต่าง ๆ
ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาเรียน โดยอาจจะเป็นสื่อหลายอย่างตามความเหมาะสมโดยพิจารณาจาก

1. ใช้สื่อตรงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. เหมาะสมกับลักษณะการตอบสนองของผู้เรียนที่คาดหวังว่าจะได้รับ
4. เป็นสื่อพอที่จะจัดหาได้ไม่ยากนัก

ในต่างประเทศได้มีผู้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

แคปเฟอร์ และแคปเฟอร์ (Kapfer and Kapfer. 1972 : 3 - 10) ให้ความหมายว่า ชุดการเรียนรู้เป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ และรวบรวมเนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นชุดการเรียนรู้ นั้น ได้มาจากขอบข่ายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจน ที่จะสื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียนรู้

ฮุสตัน และคนอื่น ๆ (Houston and others. 1973 : 10 - 15) ได้ให้ความหมายว่า ชุดการเรียนรู้เป็นชุดของประสบการณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้กับผู้เรียนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

ดวน (Duane. 1973 : 169) กล่าวถึง ชุดการเรียนรู้ว่าเป็นการเรียนรู้รายบุคคล (Individualized Instruction) อีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้สัมฤทธิ์ผลทาง การเรียนรู้ตามเป้าหมาย ผู้เรียนจะเรียนไปตามอัตรา ความสามารถ และความต้องการของตนเอง

จิตวิทยาที่นำมาใช้ในชุดการเรียนรู้

การสอนที่มีคุณภาพประกอบด้วยลักษณะ 4 ประการ คือ (Bloom. 1976 : 115 - 124)

1. การให้แนวทาง (Cue) คือคำอธิบายของครูที่ทำให้ให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนว่า เมื่อเรียนเรื่องนั้น ๆ แล้วจะต้องมีความสามารถอย่างไร ต้องทำอะไรบ้าง
2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ (Participation) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้

3. การเสริมแรง (Reinforcement) ทั้งการเสริมแรงภายนอก เช่น สิ่งของการกล่าวคำชื่นชม หรือการเสริมแรงภายในตัวนักเรียนเอง เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ฯลฯ

4. การให้ข้อมูลย้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่อง (Feedback Corrections) จะต้องมีการแจ้งผลการเรียนและข้อบกพร่องให้นักเรียนทราบ

แนวความคิดซึ่งมาจากจิตวิทยาการเรียนรู้ที่นำมาสู่การผลิตชุดการสอนมีดังนี้
(ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523 : 119)

1. เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เพื่อยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ด้วยการให้ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
3. มีสื่อการเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่ช่วยในการเรียนของนักเรียน แทนการช่วยการสอนของครู
4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนที่เปลี่ยนไป เปลี่ยนจากครูเป็นผู้นำเป็นผู้มีอิทธิพลต่อนักเรียนมาก

สำหรับเทคนิคการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอน ตรงกับหลักการสอนด้วยการจัดให้มีการสอนตามลำดับ คือ (เปรี๊ยะ. กุฎ. 2520)

1. สอนด้วยวิธีให้ผู้เรียนกระทำหรือสนองตอบอยู่ตลอดเวลา
2. ทุกครั้งที่ผู้เรียนตอบก็จะได้รับรู้ผลการสนองตอบของตนทันทีว่าถูกหรือผิดและคำตอบที่ถูกต้องเป็นอย่างไร

3. สอนให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ โดยพยายามทำให้เขาทำสิ่งที่ต้องการให้เขาทำหรือตอบถูกต้องเป็นส่วนมาก หรือถูกต้องทั้งหมดเพื่อที่เขาจะได้ไม่เบื่อที่จะเรียนและมีกำลังใจเรียน

4. สอนไปตามลำดับขั้นตอน ครั้งละเล็กน้อย ไม่ยืดเยื้อทำให้ครั้งละจำนวนมาก

จะเห็นว่าการใช้ชุดการเรียนรู้ในการเรียนการสอนนั้นยึดหลักการดำเนินการตามแนวทางจิตวิทยาที่ให้เด็กได้เรียนตามความสามารถ จากง่ายไปยากตามลำดับนักเรียนได้รู้ผลการกระทำของตนเอง ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนเร้าความสนใจของนักเรียนด้วยสื่อชนิดต่าง ๆ ชุดการเรียนจึงน่าจะนำมาใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนการศึกษามีคุณภาพขึ้นได้

วัตถุประสงค์ในการจัดทำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

วัตถุประสงค์ในการจัดทำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้น สุนันท์ ปัทมาคม (2520 : 3 - 4)

ได้กล่าวไว้ดังนี้ คือ

1. เพื่อใช้สอนเนื้อหา บทเรียนตามหลักสูตรและวัตถุประสงค์ทางการศึกษา
2. เพื่อเป็นเครื่องมือสำเร็จรูปของครูที่สอนนักเรียน โดยที่ครูไม่จำเป็นต้องเตรียมอุปกรณ์ชุดการเรียนรู้พร้อมที่จะให้ผู้เรียนหยิบมาใช้ได้ทันที ฉะนั้นชุดการเรียนรู้จึงไม่คำนึงถึงความแตกต่างในความหมายทางการสอนของครู
3. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ชุดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนนั้นจะสร้างขึ้นให้นักเรียนใช้ นักเรียนจะทำตามคำแนะนำที่บอกไว้ในชุดการเรียนรู้ นั้น ๆ ด้วยตนเองศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. สร้างขึ้นสำหรับหลักสูตรการศึกษาต่อเนื่อง ชุดการเรียนรู้จะถูกสร้างขึ้นเป็นรายวิชา แต่ละวิชาถูกแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ในแต่ละหน่วยสร้างชุดการสอนขึ้น 1 ชุด แต่ละชุดเรียงลำดับกันตั้งแต่ง่ายไปหายากตามลำดับ ผู้เรียนจะเริ่มเรียนตั้งแต่ชุดแรกแล้วก็เรียนแต่ละชุดต่อไปเรื่อย ๆ จนจบบทเรียน

องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ลัดดา ศุภปริดี (2523 : 32) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. มีจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของบทเรียน
2. ข้อทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งมีจุดมุ่งหมาย 2 อย่าง คือ วัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่า จะเข้าเรียนได้หรือไม่ และวัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่า มีความรู้เกี่ยวกับบทเรียนมากน้อยเพียงไร
3. บัตรแนะนำวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. สื่อการเรียนรู้
5. ข้อทดสอบหลังเรียน

นิมล ศตวุฒิ (2526 : 142) ได้อธิบายว่าส่วนประกอบหลักของชุดการเรียนรู้แบบ
 เอกเทศบุคคล (Individualized Learning Package) มีดังต่อไปนี้ คือ

1. เป้าหมาย เป็นการกำหนดผลที่ต้องการหรือผลที่คาดหวังขั้นสุดท้ายที่ผู้เรียนควร
 ได้รับเมื่อเรียนจบแล้ว ดังนั้นการกำหนดเป้าหมายในชุดการเรียนรู้แบบเอกเทศบุคคลนั้นอาจกำหนดเป็น
 เป้าหมายของบทเรียนแต่ละหน่วยใหญ่ หรือเป้าหมายของกระบวนวิชานั้น ส่วนในหน่วยย่อย ๆ หรือ
 ในบทเรียนแต่ละเรื่องย่อยจะมีการกำหนดเฉพาะจุดประสงค์เท่านั้น
2. จุดประสงค์ คือ การกำหนดผลที่ต้องการหรือผลที่คาดหวังที่เฉพาะเจาะจงของ
 เนื้อหาบทเรียนแต่ละตอนจนเห็นได้ชัดเจนและเข้าใจตรงกันว่าผลเหล่านั้นคืออะไร จะได้มาด้วย
 วิธีใด ในระดับคุณภาพขนาดใด นั่นคือกำหนดผลที่คาดหวังในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 (Behavioral Objective)
3. แนวคิดที่ควรรู้ (Ideas to be learned) ประกอบด้วยแนวคิดที่สำคัญ โดยสรุป
 เกี่ยวกับเนื้อหาที่ผู้เรียนกำลังจะเรียนเพื่อช่วยในการศึกษา วิเคราะห์ จัดหมวดหมู่ และแก้ปัญหาใน
 รายละเอียดเนื้อหาบทเรียนต่อไป และเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนก็จะได้รับแนวคิดเหล่านี้
4. การประเมินตนเองก่อนเรียน (Preassessment) เป็นการกำหนดว่าผู้เรียนจะต้อง
 ทำอะไรบ้าง เพื่อที่จะค้นพบว่าตนเองได้รู้เนื้อหาที่กำลังจะเรียนมาก่อนแล้วมากน้อยเพียงไร เพื่อ
 ที่จะตัดสินใจตัดสินใจว่าจะเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ใด หรือควรได้รับการยกเว้นไม่ต้องทำกิจกรรมใดบ้าง
 การประเมินตนเองก่อนเรียนนี้อาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก็ได้ หรืออาจให้ผู้เรียนแสดง
 หลักฐานว่าได้เรียนรู้ในเรื่องที่กำลังจะเรียนบางส่วนหรือทั้งหมดก็ได้
5. กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activity) ประกอบด้วยขั้นตอนที่เสนอแนะให้
 ผู้เรียนปฏิบัติตาม เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนนี้จะเรียนตามลำดับก่อนหลัง
 ในบางโอกาสผู้เรียนอาจจะไม่ทำทุกกิจกรรม อาจข้ามบางกิจกรรมถ้าสามารถทำกิจกรรมอื่นต่อไป
 ได้สำเร็จ
6. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์
 หรือไม่ อาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหรือให้ผู้เรียนเสนอผลงานในรูปแบบใดก็ได้ตามที่
 กำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์

เอกสารที่เกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมีลักษณะ คุณค่า และสามารถสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยพัฒนาผู้เรียนแต่ละบุคคลให้แก้ปัญหาคือการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973 : 150)

ได้กำหนดโครงสร้างของชุดการเรียนรู้ว่าต้องประกอบด้วย

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rational)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
5. การทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre-Test)
6. กิจกรรม (Activities)
7. คำถามทบทวนและแนวทางในการตอบคำถาม
8. การทดสอบย่อย
9. การทดสอบขั้นสุดท้าย

ควาน (Duann. 1973 : 169) ได้กล่าวถึงโครงสร้างพื้นฐานที่คล้ายคลึงกันของ

ชุดการเรียนรู้รูปแบบไว้ 6 ประการ คือ

1. วางจุดมุ่งหมายและเนื้อหาที่ต้องเรียน
2. บรรยายเนื้อหา
3. วางจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. เลือกกิจกรรมในการเรียน
5. วางกิจกรรมที่จะส่งเสริมให้เกิดทัศนคติ
6. จัดเครื่องมือวัดผลก่อนที่จะเรียน เครื่องมือวัดผลระหว่างเรียนและเครื่องมือ

วัดผลหลังการเรียนรู้

ดีวิต และคrockover (Divito and Drockover. 1976 : 388) ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ชื่อว่า "Creative Sciencing

Ideas and Activities for Teacher and Children" กิจกรรมที่สร้างขึ้นได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมแต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดและเพื่อให้เกิดกิจกรรมอื่น ๆ ตามมาอีกชุดการเรียนรู้จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ช่วยให้ผู้ครุมีทักษะและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์

ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

1. ปัญหาที่จะนำไปสู่กิจกรรม
2. กำหนดสถานการณ์ที่เป็นการบรรยายหรือกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามจากการใช้สถานการณ์หรือกิจกรรมการทดลอง
4. ข้อเสนอแนะเพื่อให้นักเรียน มีแนวทางในการทำกิจกรรมต่อไป
5. คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความถนัด และความสนใจ ที่จะประกอบกิจกรรม

หรือดำเนินการหาข้อเท็จจริง ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน นักการศึกษาบางท่านได้รวมหัวข้อย่อยไว้ด้วยกัน บางท่านเพิ่มเติมองค์ประกอบบางส่วนเข้าไปสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ กำหนดโครงสร้างตามแบบของคาร์ดาเรลลี โดยเพิ่มเติมองค์ประกอบบางส่วนเพื่อให้เหมาะสมกับวิชาและความสามารถของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้

1. หัวข้อ
2. คำชี้แจง
3. หัวข้อย่อย
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. กิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบ่งเป็น

4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

- 1 ระบุงานจากสถานการณ์
- 2 หาเหตุผลที่เป็นไปได้
- 3 ตั้งสมมติฐาน
- 4 ให้นำแนวทางในตอนที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ตอนที่ 2 ขึ้นออกแบบการทดลอง

- 1 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 2 กำหนดและความคุมตัวแปร
- 3 ออกแบบการทดลอง
- 4 ให้นำแนวทางในตอนที่ 2 ขึ้นออกแบบการทดลอง

ตอนที่ 3 ขึ้นทดลอง

- 1 ปฏิบัติการทดลอง
- 2 บันทึกผลการทดลอง
- 3 ให้นำแนวทางในตอนที่ 3 ขึ้นทดลอง

ตอนที่ 4 ขึ้นสรุปผลการทดลอง

- 1 สรุปผลการทดลอง
- 2 ให้นำแนวทางในตอนที่ 4 ขึ้นสรุปผลการทดลอง
6. ความรู้เพิ่มเติมด้านเนื้อหา
7. คำถามพบทวน
8. ให้นำแนวทางในการตอบคำถามพบทวน

ประโยชน์ของชุดการเรียนรู้

ซูซีฟ อ่อนโคสูง (2525 : 11) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการเรียนรู้ว่าสามารถช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาบางประการได้ คือ

1. ช่วยอำนวยความสะดวกในการสอนของครู
2. แก้ไขความแตกต่างระหว่างบุคคลและส่งเสริมการเรียนรู้บุคคลตามความสนใจตามเวลาและโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนซึ่งแตกต่างกัน
3. ช่วยจัดปัญหาการขาดแคลนครู ชุดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ โดยอาศัยความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย ทั้งสามารถเรียนด้วยตนเอง ครูคนหนึ่งจึงสามารถสอนนักเรียนได้เป็นจำนวนมากขึ้น
4. ช่วยในการจัดการศึกษานอกระบบ เพราะชุดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้เรียนได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

นิพนธ์ ศุภปริติ (2525 : 76 - 77) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ชุดการสอนสำหรับนักเรียนนั้นจะสร้างขึ้นให้นักเรียนใช้ นักเรียนจะทำตามคำแนะนำที่บอกไว้ในชุดการสอนนั้น ๆ ด้วยตนเอง ศึกษาและเรียนรู้ตลอดจนตอบคำถามด้วยตนเอง

2. สร้างขึ้นสำหรับการศึกษาต่อเนื่อง ชุดการสอนจะถูกสร้างขึ้นเป็นรายวิชาแต่ละวิชา จะถูกแบ่งย่อย ๆ ในแต่ละหน่วยสร้างชุดการสอนขึ้น 1 ชุด แต่ละชุดเรียงลำดับ ตั้งแต่ง่ายไปหายากตามลำดับ ผู้เรียนจะเริ่มเรียนตั้งแต่ชุดแรกแล้วก็เรียนแต่ละชุดต่อกันไปเรื่อย ๆ จนจบบทเรียน ผู้เรียนมีโอกาสเลือกเรียนในแต่ละสาขาที่ตนชอบได้ตามความพอใจจะเรียนอย่างไรก่อนและอย่างไรทีหลังและจะให้นักเรียนกำหนดหน้าไปเท่าไรก็ได้ไม่มีขีดจำกัดแต่ละวิชามีหน่วยการสอนตามลำดับเมื่อจบแต่ละหน่วยแล้วมีโอกาสติดตามความต้องการและความสามารถของผู้เรียนนั้น ๆ

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถตามความต้องการของตนเอง

4. ผู้เรียนจะเรียนที่ไหน เมื่อไรก็ได้ตามความพอใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถใช้เวลาเรียนเพียงไรก็ได้

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้ของ วาสนา ชาวหา (2525 : 132 - 137) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดการเรียนรู้และมีขั้นตอนการจัดทำ ดังนี้

1. ขั้นตอนวางแผนทางวิชาการ (Planning Stage) ซึ่งประกอบด้วย

1 การกำหนดเนื้อเรื่อง ขอบข่ายของเรื่องและระดับชั้น เพื่อจะได้ดำเนินเรื่องให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและถูกต้อง

2 การวางจุดมุ่งหมาย เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนบทเรียนให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objectives) เป็นจุดมุ่งหมายกว้าง ๆ ของวิชานั้น

2.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะทำให้ผู้เขียนดำเนินเรื่องได้ตรงตามความมุ่งหมาย เพราะจุดมุ่งหมายชนิดนี้กระจำจชัดที่สุด ซึ่งทุกคนสามารถเข้าใจตรงกัน และผู้วัดสามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการจะวัด

3 การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นการแตกเนื้อหาให้ละเอียดและเรียงลำดับจากง่ายไปยาก โดยระมัดระวังการข้ามขั้นตอนที่ควรจะได้กล่าวถึง และความสับสนในการเรียงลำดับเนื้อหาสิ่งใดควรกล่าวก่อนสิ่งใดควรกล่าวทีหลัง การกระทำในขั้นนี้เรียกว่า "การวิเคราะห์ภาระกิจ" (Task Analysis) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ตลอดบทเรียน

4 การสร้างแบบทดสอบ เพื่อนำไปใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และหลังจากได้เรียนบทเรียนสำเร็จรูปแล้ว (Posttest) ซึ่งเป็นเครื่องมือชี้ให้เห็นว่าบทเรียนโปรแกรมนี้ใช้ได้หรือไม่ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้ควรให้ครอบคลุมเนื้อหาและวัดได้ครบตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่วางไว้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นได้ (Reliability) แบบทดสอบที่ใช้ก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนสำเร็จรูปนี้ ควรจะเป็นฉบับเดียวกัน หรือถ้าเป็นคนละฉบับก็ควรเป็นแบบทดสอบที่วัดในเนื้อหาเดิม และตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เพียงแต่ว่าข้อความหรือวิธีการอาจพลิกแพลงต่างออกไป

2. ขั้นตอนการเขียน (Developmental Stage) ในการเขียนบทเรียนโปรแกรม นั้น ประกอบด้วยหน่วยย่อย ๆ ซึ่งเรียกว่ากรอบ (Frame) โดยเริ่มจากกรอบเริ่มต้น (Set Frame) แล้วตามด้วยกรอบฝึก (Practice Frame) ทั้งสองกรอบนี้รวมเรียกว่ากรอบสอน (Teaching Fram) ในกรอบสอนนี้จะบอความรู้ให้ทีละน้อยจนคาดว่าผู้เรียนเข้าใจดีในเรื่องย่อยหรือจุดสอนในจุดสุดท้ายของกรอบสอนจะมีกรอบสอบ (Criterion Frame) เพื่อดูว่าเด็กนักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนหรือยัง แล้วจึงจะไปยังกรอบสอนและกรอบฝึกต่อไป

3. ขั้นตอนการทดลอง (Try Out) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การทดลองเป็นรายบุคคลและแก้ไข (Individaul Try Out and Revision) ในการทดลองควรเลือกนักเรียนที่อ่อนกว่าปานกลางเล็กน้อย โดยทำการทดสอบ (Pretest) เสียก่อน จากนั้นให้นักเรียนได้เรียนบทเรียน ในขณะเดียวกันผู้สร้างบทเรียน ต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน คำตอบของผู้เรียน และจดบันทึกไว้เพื่อที่จะได้นำไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียน เพื่อให้ใช้กับนักเรียนได้เหมาะสมต่อไป และเมื่อนักเรียนเรียนจบแล้วก็ให้ทำแบบทดสอบ (Posttest) อีกครั้งหนึ่ง

ระยะที่ 2 การทดลองเป็นกลุ่มและปรับปรุงแก้ไข (Group Try Out and Revision) นักเรียนที่จะนำมาทดลองในระยะนี้ควรจะเป็นนักเรียนปานกลาง จำนวน 5 - 8 คน ก่อนจะทำการทดลองควรจะได้สร้างความเข้าใจแก่นักเรียนเสียก่อน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าตนเป็นที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้ดีขึ้น จากนั้นก็ดำเนินการเหมือนกับการทดลองในระยะที่ 1 แต่การทดลองในระยะนี้จะไม่มีการติดต่อเป็นส่วนตัวระหว่างผู้สร้างบทเรียนกับนักเรียน

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

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

วิระ ไทยพานิช (2529 : 137) ได้กล่าวถึงข้อดีของชุดการเรียนไว้ดังนี้

1. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักทำงานร่วมกัน
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกวัสดุการเรียน และกิจกรรมที่เขาชอบ
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ก้าวหน้าไปตามอัตราศักยภาพ ความสามารถของแต่ละคน
4. เป็นการเรียนที่สนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. มีการวัดผลตัวเองบ่อย ๆ ทำให้นักเรียนรู้การกระทำของเขาและสร้างแรงจูงใจ
6. ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง
7. เป็นการเรียนรู้ชนิด Active ไม่ใช่ Passive
8. ผู้เรียนจะเรียนที่ไหน เมื่อไรก็ได้ตามความพอใจของผู้เรียน
9. สามารถปรับปรุงการสื่อความหมายระหว่างนักเรียนและครู

Grinewald (เชาวันย์ อะยะวงค์. 2526 : 32 ; อ้างอิงมาจาก Grinewald. 1975) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนว่า

1. นักเรียนที่ใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง จะมีโอกาสศึกษาวัสดุประเภทต่าง ๆ ซึ่ง

จะทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในหัวข้อนั้นกว้างขวางขึ้น

2. นักเรียนเห็นคุณค่าความจำเป็นของวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียนและพยายามที่จะศึกษาพิจารณาผลการเรียนของตนเองว่ารู้สิ่งใดบ้าง จะต้องศึกษาเพิ่มเติมอะไรอีก
3. สื่อสารต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่แปลก ๆ จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อ
4. ชุดการเรียนมีการแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะต้องไปศึกษาเพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด เป็นต้น
5. กิจกรรมใดที่ผู้เรียนทำได้สำเร็จบรรลุถึงวัตถุประสงค์แล้วย่อมก่อให้เกิดความพอใจแก่ผู้เรียน อันเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากศึกษาหรือทำกิจกรรมต่อไป

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความเหมาะสม และมีคุณค่า สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการสอนกับนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากชุดการเรียนด้วยตนเองสร้างขึ้นอย่างมีระบบ มีจุดประสงค์ที่แน่นอน มีการชี้แจงขั้นตอนต่าง ๆ อย่างละเอียดชัดเจน สำหรับการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างชุดการเรียนด้วยตนเอง โดยมีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยเน้นอภิปรายก่อนการทดลอง ให้นักเรียนระบุปัญหา จากสถานการณ์ที่เป็นชุดอุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ เพื่อนักเรียนจะได้ศึกษา สถานการณ์ที่เป็นจริงเพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์ให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้นั้น นอกจากครูจะได้เตรียมการสอนเป็นอย่างดี มีการวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เลือกวิธีสอน ดำเนินการสอนด้วยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้สนใจและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วก็ตาม สิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวนี้อาจเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าหากครูยังไม่ได้นำเอาอุปกรณ์การสอนเข้ามาใช้

ในการกำหนดกิจกรรมการเรียนเพื่อให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองนั้น สิ่งสำคัญที่จะเป็นสื่อในการเรียนรู้ ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ที่จะต้องได้รับการพิจารณาและจัดหาด้วยว่า วัสดุหรือกิจกรรมการเรียนนั้น ๆ จะใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง อยู่ที่ไหน จะนำมาใช้เมื่อไร

การเรียนรู้จึงจะได้ผลมากที่สุด ซึ่งโดยธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายได้ด้วยวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรม ซึ่งจะช่วยให้บทเรียนเป็นที่น่าสนใจและง่ายต่อความเข้าใจ

สื่อการสอนประเภทอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือและวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อที่จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ทักษะ เจตนาดี และความซาบซึ้งเห็นคุณค่า อันสอดคล้องกับจุดประสงค์ในหลักสูตร (ฉวีวรรณ กินาวงศ์. 2520 : 91)

ประเภทของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

ประหยัด จันทร์ขมภู และประสพสันต์ อักษรมัติ (2518 : 62 - 72) ได้จัดแบ่งประเภทและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. อุปกรณ์ประเภทของจริง คือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นหรือธรรมชาติ เช่น สัตว์ แมลง ดิน หิน แร่ ฯลฯ
2. อุปกรณ์ที่จัดซื้อมาใช้ ได้แก่ อุปกรณ์สำเร็จรูปต่าง ๆ ซึ่งครูไม่สามารถจะทำขึ้นมาเองได้ อุปกรณ์ประเภทนี้มักจะมีราคาแพง เช่น กล้องจุลทรรศน์ เครื่องฉายภาพยนตร์ ตาช้าง เบียมทิศ เทอร์โมมิเตอร์ หนึ่งชิ้น ฯลฯ
3. อุปกรณ์ประเภทที่ประดิษฐ์ขึ้นใช้เอง อุปกรณ์ประเภทนี้ครูจัดหาหรือทำจากวัสดุในท้องถิ่น เพื่อทดแทนอุปกรณ์ราคาแพง เป็นอุปกรณ์ที่ส่งเสริมให้ครูและนักเรียนช่วยกันประดิษฐ์ขึ้นใช้เอง

เพื่อให้ใช้อุปกรณ์นี้ได้ผลดี ครูจำเป็นต้องมีหลักในการใช้อุปกรณ์ประกอบการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม หลักการใช้อุปกรณ์ทั่ว ๆ ไป แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเลือก พิจารณาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ว่า อุปกรณ์ใดเหมาะสมกับความมุ่งหมายของบทเรียนที่จะนำมาประกอบมากที่สุด
2. ขั้นเตรียม เมื่อครูหาอุปกรณ์ได้แล้ว ครูก็ต้องมีการเตรียมเพื่อจะนำไปใช้เช่น

เตรียมคำอธิบายประกอบหรือเตรียมการทดลองอุปกรณ์นั้น ๆ ว่าได้ผลหรือไม่ อย่างได้คิดว่าการใช้อุปกรณ์เป็นเรื่องง่าย ๆ จนไม่มีการซ้อมการทดลองใช้ต้องมีการพิจารณาการใช้อุปกรณ์เมื่อมีหลายชิ้น จะใช้สิ่งใดหรือทำอะไรก่อน อะไรหลัง รวมทั้งการกะเวลาการใช้อุปกรณ์นั้นให้เหมาะสมกับเวลาและเนื้อเรื่อง การเตรียมการเช่นนี้จะช่วยให้ครูเกิดความมั่นใจในการใช้อุปกรณ์

3. ชี้นำอุปกรณ์มาใช้ประกอบการสอน เป็นขั้นแสดงอุปกรณ์ให้นักเรียนดู ครูควรดำเนินการดังต่อไปนี้

1. แนะนำให้นักเรียนรู้จักกับสิ่งที่ครูจะแสดงว่ามีอะไร จะให้นักเรียนสังเกตอะไร
2. ลงมือแสดงพร้อมทั้งอธิบายประกอบและควรแสดงให้เห็นกระบวนการเป็นขั้น ๆ
3. หากอุปกรณ์นั้นเป็นวัสดุสิ้นเปลือง ควรใช้ให้เหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป
4. อุปกรณ์ใดที่ไม่เป็นอันตราย ควรให้เด็กมีส่วนร่วมทดลองด้วย
5. เมื่อจบการแสดงตอนหนึ่ง ๆ ควรจะมีการซักถามและสรุปการแสดง

4. ขึ้นติดตามผลและวัดผลการใช้อุปกรณ์ เมื่อใช้อุปกรณ์นั้น ๆ จบลงแล้ว ควรมีการพิจารณาผลการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น เพื่อจะได้ทราบว่าเด็กได้รับความคิดความเข้าใจและอุปกรณ์นั้น ๆ เกิดผลแก่เด็กมากน้อยเพียงใด

ประโยชน์ของสื่อการสอนประเภทอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 140 - 141) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของสื่อการสอนประเภทอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแก่นของความคิดได้อย่างรวดเร็ว
2. ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ส่งผลให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้
3. เป็นสื่อเชื่อมโยงระหว่างนามธรรมไปสู่รูปธรรม ทำให้เกิดความเข้าใจในสถานการณ์

วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

4. ช่วยสร้างความพร้อมในการเรียน กระตุ้นให้เกิดความสนใจ
5. เสริมสร้างความเข้าใจในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์
6. ช่วยเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. ช่วยทบทวนเวลาในการจัดการเรียนการสอน
8. ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของความรู้ที่เรียนในชั้น
9. เป็นสื่อกระตุ้นความคิดใหม่ ๆ และความคิดสร้างสรรค์แก่ผู้เรียน
10. ปลุกฝังความรับผิดชอบ วินัยแห่งตนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมในชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากของจริง เป็นการฝึกปฏิบัติการระบุปัญหา หาสาเหตุของปัญหา เพื่อนำมาตั้งสมมติฐาน และฝึกปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการในชั้นต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่เป็นจริง เพื่อช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงและสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ดียิ่งขึ้น เพื่อเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นบูรณาการ และช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 58 - 59) ได้ให้ความเห็นว่า วิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึง ความรู้เพียงอย่างเดียว แต่รวมถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ที่มีระบบ อันจะนำไปสู่ขอบข่ายอันกว้างขวางของการเรียนรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับโลกที่เราอาศัยอยู่ วิธีการซึ่งจะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการค้นคว้าทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ซึ่งผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนปฏิบัติและพัฒนาความคิดควบคู่ไปด้วย พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนอย่างมีระบบ เรียกว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์"

โชติ เพชรชื่น (2527 : 16) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ว่า หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิด และปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่อาจเห็นได้ เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การสร้างสมมุติฐาน การหาข้อมูล หรือลงความคิดเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

จำนง แยมพรายแบ (2529 : 7) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งจำเป็นที่สำคัญในการช่วยฝึกฝนให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526 : 1 - 5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต (Obsevation)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถ ที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1 ชับังและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measurement)

หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุดหนุน ปริมาตรน้ำหนักและอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classification)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างกันหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/time Relationship)

หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้
- 4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติ

ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

- 5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางวัตถุหนึ่งได้
- 6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ

กับเวลาได้

5. การคำนวณ (Using Number)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

- 1 การนับ ได้แก่
 - นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
 - ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
 - ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
 - ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- 2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่
 - บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย
 - หาค่าเฉลี่ย
 - แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ

มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

- เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
- บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระทำรัดจนสื่อความหมาย

ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือ กราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

- ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้และ ประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้ และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling variables)

หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลง ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชั่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12 การทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผน การทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

- วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
- อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ฯ

3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจัดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ฯ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 การออกแบบการทดลอง โดย

- กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

- ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกตทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่

แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

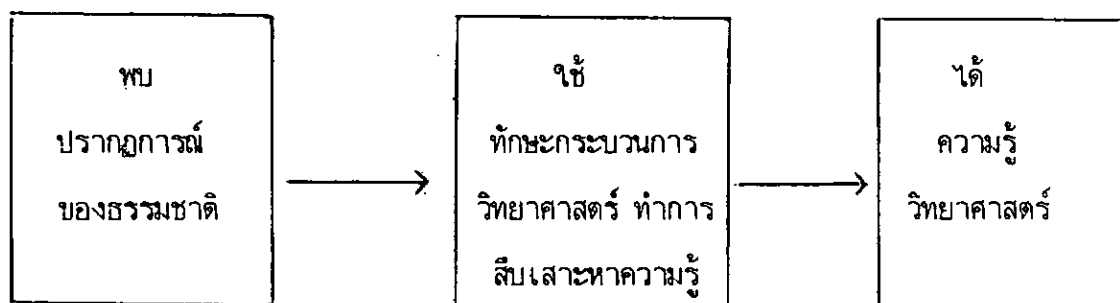
(การตีความหมายข้อมูลที่สำคัญทักษะการคำนวณ)

- บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมาแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8 และ ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 9 ถึง 13

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะกระบวนการเป็นทักษะที่ใช้ในการ แสวงหาความรู้ความวิทยาศาสตร์ และเป็นพฤติกรรมที่สามารถฝึกให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้

จะเห็นได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญในการแสวงหาความรู้ ดังรูปแบบการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต่อไปใน (สมจิต สวธนาพิบูลย์. ม.ป.ป. : 110 - 111)



เกิดปัญหา

ตั้งคำถาม

อะไร ... ?

อย่างไร ... ?

ทำไม ... ?

การสังเกต

การวัด

การคำนวณ

การจำแนกประเภท

การหาความสัมพันธ์

ระหว่างสเปสกับ

สเปสและสเปสกับ

การจัดกระทำข้อมูล

และสื่อความหมาย

การตั้งสมมติฐาน

การลงความคิดเห็น

การพยากรณ์

การทดลอง

การควบคุมตัวแปร

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล

ข้อเท็จจริง

มโนคติ

หลักการ

กฎ

ทฤษฎี

จากเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังกล่าว มาข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรนำมาใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ ในการเรียน การสอนให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูควรจะให้โอกาสแก่นักเรียน ในการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ โดยการฝึกให้นักเรียนสามารถ นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนได้ฝึก และพัฒนาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์อีกด้วย

การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำทักษะมาใช้ฝึกเฉพาะทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในบูรณาการ จำนวน 5 ทักษะ คือ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการให้ยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

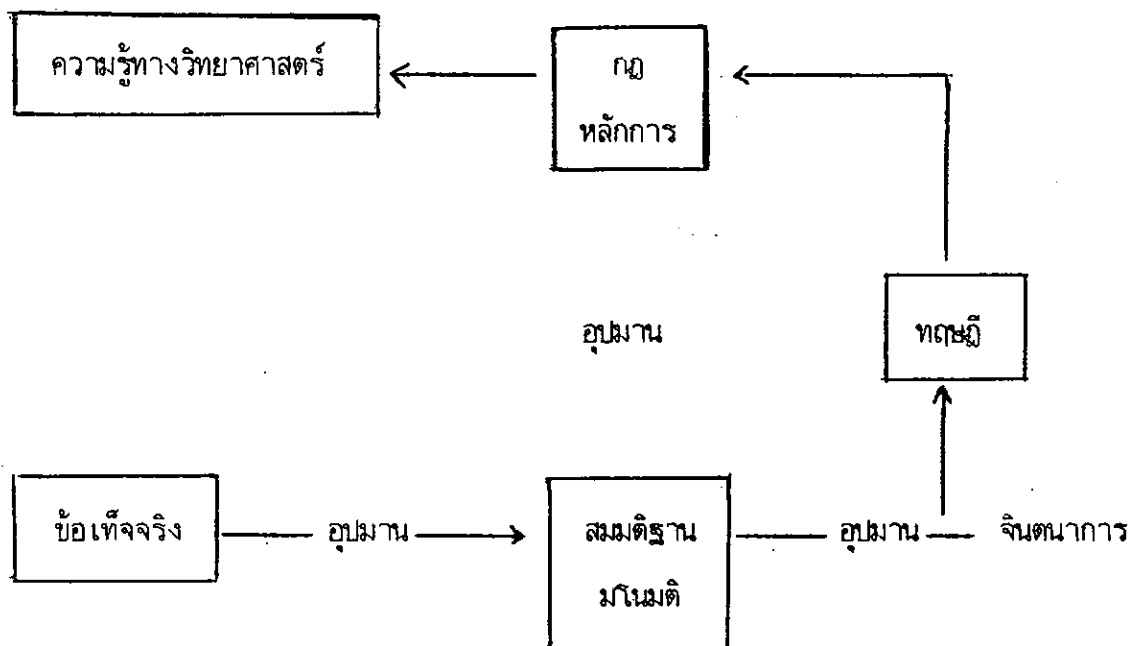
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความ มุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 1 - 2)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษยและ

สภาพแวดล้อม

เนื่องจากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทพวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 1 - 15) และสมจิต สวณไพบูลย์ (2526 : 2 - 9) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทพวงมหาวิทยาลัย (2525 : 8 - 13) โดยสรุปดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้ (สมจิต สวณไพบูลย์. 2526 : 9)



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เป็นกระบวนการคิดการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนดังนี้ (สมจิต สวณไพบูลย์. 2526 : 9 – 11)

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

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความละเอียด ถี่ถ้วน อดทน
2. ความอดทน
3. ความมีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใดง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
4. ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียงฝ่ายเดียว
5. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
6. มีความซื่อสัตย์สุจริต
7. สามารถร่วมงานกับผู้อื่น
8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดผลทั้งสองส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยจึงได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์

(ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 21 - 31) เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้คือ

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ใน รูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
4. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 63 - 69) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริง ต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานที่ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับขั้นคือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองหรือพิสูจน์ การสรุปผลและนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วผล ของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นกับลักษณะการนำเอากระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ ตลอดจนการได้รับการพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหาและเฝ้าหาคำตอบหรือ อาจกล่าวได้ว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

5. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

คำว่า "ความคิดสร้างสรรค์" มีนักจิตวิทยาการศึกษาได้พยายามให้ความหมายไว้มากมาย ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ ดังนี้

บุญลือ ทองอยู่ (2521 : 15) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์คือ ความสามารถในการคิดดัดแปลงหรือปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้มีรูปร่างใหม่มีหน้าที่ใหม่หรือใช้ในแง่ใหม่ที่มีประสิทธิภาพกว่าเดิม ริเริ่มคือความคิดที่อยู่ในสมองสร้างสรรค์คือการกระทำที่อยู่ในมือ

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู (2523 : 10) ได้ให้คำจำกัดความของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดแบบเอนกนัยหรือความคิดหลายทิศทางที่นำไปสู่กระบวนการคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมทั้งการคิดและวิธีแก้ปัญหาใหม่ ตลอดจนความสำเร็จในด้านการคิดค้นทฤษฎีต่าง ๆ อันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ลักษณะความคิดแบบเอนกนัย ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม นับเป็นความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำและแตกต่างจากผู้อื่น ความคิดยืดหยุ่นหมายถึงประเพณีของความคิด ความคิดคล่องตัว คือ ปริมาณความคิดที่ใหม่ซ้ำกันและความคิดละเอียดละออ คือ ความคิดในรายละเอียดที่ขยายความคิดริเริ่มให้สมบูรณ์

นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2523 : 19) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์หมายถึง กระบวนการคิด การกระทำผลงานใหม่ ๆ ที่มนุษย์และประดิษฐ์ขึ้น

ทอร์เรนซ์ (Torrance, E.P. 1963 : 47) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในรูปกระบวนการของความรู้สึกลึกซึ้งต่อปัญหาหรือสิ่งบกพร่องที่ขาดหายไปแล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานและวิเคราะห์ข้อมูล สดทำรายการงานผลที่ได้เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ ทั้งนี้เน้นถึงผลผลิตใหม่หรือความคิดใหม่ว่าสิ่งสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบไปด้วยกระบวนการของการคิด มี 4 ขั้นตอน คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกลึกซึ้งกับปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานั้น
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น

4. กระบวนการที่ได้ผลลัพธ์ออกมา

ดีวิตโต (Deveto. 1971 : 208) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง กระบวนการในการรวบรวมความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์เข้าด้วยกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการใหม่ ๆ ที่ใช้แก้ปัญหาหรือออกแบบและสร้างสิ่งใหม่ ๆ ✓

ดีวิตโต (Divito. 1971 : 208) ได้กำหนดขั้นตอนของการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) คือ ขั้นสัมผัสหรือเผชิญกับสถานการณ์ซึ่งส่วนมากจะเป็นปัญหาต่าง ๆ ปัญหาจะถูกนำมาวิเคราะห์ กำหนดนิยามเพื่อกำหนดให้เกิดความเข้าใจถึงตัวปัญหาและส่วนประกอบ
2. ขั้นผสมผสาน (Manipulate) หลังจากรู้สภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหาความคิดจะแก้ปัญหาจะถูกนำมาผสมผสานกัน ซึ่งต้องอาศัยความคับข้องใจและความเข้าใจในปัญหา
3. ขั้นทกอุปสรรค (Impasse) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นบ่อยและเป็นขั้นสูงสุดของการแก้ปัญหา จนขั้นนี้จะมีความรู้สึกว่าวิธีการบางประการในการแก้ปัญหานั้นใช้ไม่ได้ คิดไม่ออก รู้สึกล้มเหลวในการแก้ปัญหา
4. ขั้นคิดออก (Eureka) เป็นขั้นคิดแก้ปัญหาได้ในทันทีทันใด หลังจากทกอุปสรรคมาแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในการแก้ปัญหานั้น ๆ
5. ขั้นพิสูจน์ (Vertification) เป็นขั้นต่อจากขั้นทกอุปสรรคและขั้นคิดออกเพื่อพิสูจน์ตรวจสอบความคิดเพื่อรองรับหรือยืนยันความคิดดังกล่าว

แมคแคนเดส (Mc Candless. 1973 : 216 - 217) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง พฤติกรรมทั้งเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต พฤติกรรมในแง่กระบวนการคือ ความสามารถในการคิดที่ซับซ้อน สามารถแยกแยะและเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รู้จักตั้งสมมติฐานและรายงานผลให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นอกจากนี้ยังนำรายละเอียดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 ประการคือ

1. การสร้างสรรค์เป็นรูปการณ์อย่างหนึ่งของพฤติกรรมทางปัญญา
2. ทุกคนย่อมมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันในระดับและความบ่อยในการคิด

3. ความสามารถในการสร้างสรรค์สามารถจะพัฒนาขึ้นได้
4. การสร้างสรรค์ควรถือเป็นเป้าหมายแรกของการศึกษา ควรมีการสนับสนุนและกระตุ้นให้มีการปลูกฝังขึ้นในโรงเรียน
5. องค์ประกอบใหญ่ของการสร้างสรรค์ คือ การมีความคิดได้หลายแง่หลายมุม กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การมีความคิดแบบอเนกนัย

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดอย่างลึกซึ้ง เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับความคิดใหม่ ๆ ที่มีอยู่แล้วในตัวบุคคล และสามารถพัฒนาขึ้นได้ถ้ามีสิ่งเร้ามากกระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น

ความหมายของการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำว่า "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" ได้มีนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

สุปรียา ลำเจียก (2522 : 5 - 6) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในตัวนักเรียนที่แสดงออกในเรื่องความคิดหลาย ๆ แง่ หลาย ๆ มุมมากที่สุด เป็นการก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุง ดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปใหม่ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมและเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ผู้ที่คิดหาคำตอบได้ในลักษณะหลายแง่หลายมุม และไม่ซ้ำแบบใครจะเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้คล่องแคล่วรวดเร็ว
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาล้างแปลกใหม่และไม่ซ้ำกับคำตอบของผู้อื่น

อนันต์ จันทรกี (2525 : 3 - 10) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้าทดลองและแสวงหาคำตอบหลายวิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรม ตรวจรายงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์ และ/หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทัศนีย์ บุญเดิม (2526 : 3) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การแสดงความยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นทักษะในการตั้งสมมติฐานและทักษะในการออกแบบการทดลองและการวางแผนการทดลอง

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 7 - 11) ให้ความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทั้งกระบวนการคิดและการกระทำที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเน้นผลผลิตของความคิดที่จะต้องมีความค่าต่อสังคมและส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่งขึ้นไป

องค์ประกอบของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัย จำแนกได้ 4 ลักษณะ ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด คือ

1. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Originality)
4. ความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์ (Elaboration)

ฟิลทซ์ และ ชันด์ (สุปรียา ลำเจียก. 2522 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund) ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายเช่นเดียวกับความคิดสร้างสรรค์ แต่แตกต่างกันเล็กน้อยคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการของความคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้แก้ปัญหา รวมทั้งค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยบุคคลนั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) ซึ่งประกอบด้วยทักษะการสังเกต การแก้ปัญหา การค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา การรวบรวมความรู้ เพื่อดำเนินการทดลอง อีกทั้งความพยายามในการทดลองหลาย ๆ ครั้ง ไม่ว่าผลลัพธ์ปรากฏออกมาจะล้มเหลวหรือไม่ก็ตาม นอกจากนั้นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเน้นถึงผลผลิตที่มีคุณค่า

ซึ่งมีส่วนผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้าอย่างไม่หยุดยั้งอีกด้วย

จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ ในส่วนที่เป็นกระบวนการคิดและเป็นการกระทำที่ทำให้เกิดผลิตผลต่าง ๆ แต่จะมีลักษณะพิเศษตรงที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าสอดคล้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยตัวความรู้ (Body of knowledge) และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of scientific inquiry)

ขั้นตอนการเกิดความคิดสร้างสรรค์

จากการวิเคราะห์ของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และได้จัดลำดับขั้นตอนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (นิพนธ์ จิตต์ภักดี. 2523 : 20)

1. **ขั้นเตรียม (Preparation)** เป็นขั้นของการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทั่วไป และความรู้เฉพาะ เพื่อนำมาประกอบการศึกษาโดยอาศัยพื้นฐานของกระบวนการต่อไป
 1. การสังเกต นักคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องเป็นนักสังเกตที่ดี และสนใจต่อสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ได้พบเห็นเสมอ
 2. การจำแนก หมายถึงกระบวนการจำแนกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นหมวดหมู่ เพื่อใช้เป็นแนวทางลำดับแนวความคิดต่อไป
 3. การทดลอง เป็นหัวใจของการสร้างสรรคงาน เพราะผลการทดลองจะเป็นข้อมูลสำหรับคิดสร้างสรรค์ต่อไป
2. **ขั้นฟักตัว (Incubation)** เป็นขั้นที่ใช้เวลาสำหรับการครุ่นคิด เป็นระยะที่ยังคิดไม่ออก บางครั้งแทบจะไม่ได้ใช้ความคิดเลย การฟักตัวนี้บางครั้งความคิดอื่นจะแวบขึ้นมาโดยไม่รู้ตัว

3. **ขั้นคิดออก (Illumination or Inspiration)** เป็นขั้นของการแสดงภาวะสร้างสรรค์อย่างแท้จริง คือสามารถมองเห็นเส้นทางในการริเริ่มหรือสร้างสรรค์งานอย่างแจ่มชัดโดยตลอด

4. **ขั้นพิสูจน์ (Verification)** เป็นขั้นการทบทวน ตรวจสอบ ปรับปรุง ประเมินค่าวิธีการว่าใช้ได้หรือไม่ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแน่นอนเป็นกฎเกณฑ์ต่อไป

การคิดสร้างสรรค์ของบุคคลไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป แต่ความคิดสร้างสรรค์อาจจะเป็นขั้นตอนหนึ่งขั้นตอนใดในขั้นตอนต่อไปนี้ (บุญลือ ทองอยู่. 2521 : 16)

ขั้นที่ 1 การคิดสร้างสรรค์ขั้นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นที่ผลผลิตออกมา

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์

ขั้นที่ 4 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ

ขั้นที่ 6 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สูงสุด สามารถแสดงความคิดให้เป็นนามธรรม

3. บทบาทของครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตัวจักรสำคัญก็คือ ครูนั่นเอง ครูต้องทำการศึกษาให้เข้าใจเกี่ยวกับวิธีสอนและการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ บทบาทของครูในการที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้แก่

1 ต้องขวนขวายหาความรู้ เทคนิคการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อนำมาประกอบและปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

2 ครูต้องตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นในการจัดกิจกรรมจึงควรจัดให้เหมาะสมกับนักเรียน

3 ส่งเสริมการพัฒนาความคิด การแสดงความคิด ตลอดจนการยอมรับฟังความคิดเห็น

4 สนใจต่อคำถามของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อไปเพื่อหาคำตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

5 ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล มีวินัยในตนเอง เห็นคุณค่าของเวลา และสนุกต่อการค้นคว้าหาความรู้ตามแนวความคิดของนักเรียน

6 สนับสนุนและช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ได้ทำงานตามแนวความคิดใหม่ ๆ ให้นักเรียนเป็นตัวของตัวเองบ้างในการทำงานสร้างสรรค์

7 ยกย่อง ชมเชย ให้ความสำคัญแก่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์หรือมีผลงานที่สร้างสรรค์

8 เน้นความสนใจและให้เห็นคุณค่าต่อกระบวนการแก้ปัญหา การคิดเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน มากกว่าการจดจำเนื้อหา

9 จัดสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้

10 ให้ออกาสักนักเรียนได้อธิบาย ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ตั้งสมมติฐานออกแบบการแก้ปัญหาและพยากรณ์ตามความเหมาะสม

11 ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาคิดแก้ปัญหา เพราะการสร้างสร้งค์จำเป็นต้องใช้เวลาแก่นักเรียน

12 ให้ออกาสักนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของคำถามของเพื่อนนักเรียน

13 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองอย่างอิสระ และการระดมพลังทางสมอง

14 แสดงผลงานทางสร้งค์ของนักเรียน เพื่อเป็นตัวอย่าง

15 พัฒนาทักษะการใช้คำถามของครู เพื่อเป็นแนวทางในการคิดสร้งค์ของนักเรียน (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2527 : 36 - 37)

4. แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้งค์ทางวิทยาศาสตร์
สมจิต สวธนไพบูลย์ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2527 : 30) ได้สรุปกลวิธีการจัด

กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1 จัดสถานการณ์ยั่วเย้า ซึ่งประกอบด้วยข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ ของจริง อุปกรณ์จำลอง บำบัดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฯลฯ

2 จัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมอง การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนได้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นโดยไม่ต้องคำนึงว่าความคิดนั้น ๆ จะถูกต้องหรือไม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหลายทาง คิดได้มากในเวลาจำกัด ฝึกให้นักเรียนรู้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม

3 การจัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหาให้และกำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมหรือการเลือกรูปแบบในการสื่อความหมาย

4 การจัดกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมที่คำนึงถึงความสำเร็จนี้ถือว่า เป็นการสร้างบรรยากาศ ทางจิตวิทยาที่น่าจะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายในใจ ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ และกระตือรือร้น ใครจะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5 จัดกิจกรรมให้ฝึกเป็นรายบุคคล ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมนั้น นอกจากฝึกให้ทำงานเป็นกลุ่ม ก็ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกเป็นรายบุคคลบ้าง เพื่อการพัฒนาความสามารถแห่งตนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ตามเอกลักษณ์

5. บรรยากาศการเรียนการสอนที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บรรยากาศในการสอนเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการจัดการเรียนการสอน ครูเป็นกลจักรสำคัญในการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน บรรยากาศในการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ครูสร้างขึ้นได้ คือ

- 1 บรรยากาศที่ให้ความรักความอบอุ่น
- 2 บรรยากาศแห่งความปลอดภัย
- 3 บรรยากาศที่ให้อิสระเสรีภาพในการแสดงออก

4 บรรยายภาพที่เอื้อต่อการค้นคว้าหาความรู้

5 บรรยายภาพแห่งการยกย่อง

สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ควรสร้างให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพราะเป็นการกระทำที่จะส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 37 - 39)

การสอนวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

กรมการฝึกหัดครู (กรมการฝึกหัดครู. 2522 : 48) ได้เสนอการสอนเพื่อปลูกฝังและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนไว้ดังนี้

1. เลิกบังคับให้นักเรียนทำตามคำสั่งของครูตลอดเวลา
2. ส่งเสริมให้นักเรียนช่างคิด ช่างซักถามและสนองตอบต่อคำถามด้วยความสนใจ
3. ตั้งใจฟังคำถามแปลก ๆ ของนักเรียนและนับถือความคิดแปลก ๆ ของนักเรียน
4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนมีคุณค่าและประโยชน์
5. ยกย่องนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ค้นคว้าอยู่เสมอโดยไม่ใช่วิธีด้วยคะแนน
7. กระตุ้นให้มีบุคลิกภาพสร้างสรรค์ด้วยการ

1 ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น

2 เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า คือ สัมผัส สูดดม

สัมผัส ฟัง และพินิจพิจารณา

3 ส่งเสริมให้เด็กประสบความสำเร็จลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง

4 ขจัดความกลัว ความก้าวร้าว แต่สร้างความเชื่อมั่นและความมั่นคงปลอดภัย

ให้แก่เด็ก

สมจิต สมัตถพันธ์ (สมจิต สมัตถพันธ์. 2522 : 62) ได้กล่าวถึงเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เด็กจะต้องเป็นตัวของตัวเองอย่างสมบูรณ์ ในการแก้ปัญหา

2. ครูต้องรู้ว่าอะไรคือความคิดสร้างสรรค์ สภาพเช่นไรที่จะเอื้ออำนวยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์

3. ครูต้องส่งเสริมเจตคติที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์

4. ครูต้องอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการแก้ปัญหา

อัครศักดิ์ ห่มจักร (2524 : 14 - 15) ได้เสนอวิธีการที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. พยายามศึกษาให้เข้าใจและรู้จักนักเรียนว่าเขามีความถนัด ความต้องการ ความสนใจ และมีแนวโน้มของความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันเพียงไร เพื่อจะได้จัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม

2. เสนอเนื้อหาและปัญหาที่เหมาะสมกับพัฒนาการ สติปัญญา

3. ควรตระหนักถึงความสามารถและความสนใจของนักเรียนแต่ละคนว่าชอบคิดแก้ปัญหาในแง่รวมเดียวหรือคิดหลายแง่หลายมุม

4. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล

5. ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ

6. ควรสนใจผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นหลัก

7. ควรนำเอาเหตุการณ์ทางการศึกษามาใช้

8. เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน ควรมุ่งการเรียนรู้หลักการที่เป็น "แก่น" ของวิชาอย่างแท้จริง

เดอ ซีคโก (De Cecco. 1968 : 459) กล่าวว่า ครูสามารถ ที่จะจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความยืดหยุ่น ความคล่องแคล่วในการคิด และความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ เขามองว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาระดับสูงซึ่งสามารถจัดการเรียนการสอนให้พัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้เขาได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. การจำแนกชนิดของปัญหาที่จะให้นักเรียนแก้ เขาอ้างถึงข้อเสนอของเกสเซลส์ (Getzel) ว่า ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ซึ่งครูได้เตรียมปัญหาไว้ให้ แต่

ไม่ได้บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ดังกล่าวจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียนถ้านักเรียนรู้สถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าไร นักเรียนก็จะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากเท่านั้น อย่างไรก็ตามสถานการณ์ที่นักเรียนไม่รู้ทั้งปัญหา ครูจะต้องช่วยเหลือแนะนำมากพอสมควร

2. ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้วิธีระดมพลังสมอง การตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน การอ่าน

3. การให้รางวัลเมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

ฟิลท์ และซันด์ (ประทุม ทองทุน. 2522 : 15 ; อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund. 1968) ได้เสนอการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างสรรค์มีอยู่แล้วในตัวเด็กทุกคน แต่จะมีความแตกต่างกัน เด็กควรมีโอกาสได้แสดงถึงความแตกต่างของแต่ละคนออกมาในรูปของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ในหลายรูปแบบ เพื่อจะเกิดผลตอบสนองในทางสร้างสรรค์

2. การจัดกิจกรรมการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วยจินตนาการ การริเริ่มการตั้งและทดสอบสมมติฐาน การค้นพบปัญหา การตัดสินใจ และการเลือกความหมายไว้ในหลักสูตร

3. ยุทธวิธีการสอนในหลักสูตร ยังมีลักษณะในการสร้างสรรค์มากก็ยิ่งจะกระตุ้นให้ครูและนักเรียนเกิดการสร้างสรรค์มากขึ้น

4. ครูควรได้รับการสนับสนุนให้มีการดัดแปลง และออกแบบยุทธวิธีการสอนใหม่ ๆ

5. เราสามารถนำวิธีการทำงานเป็นคณะมาใช้ในการทดสอบการประเมินผลและการออกแบบยุทธวิธีการสอนที่สร้างสรรค์ได้

6. การเกิดความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับปริมาณและความแตกต่างของประสบการณ์ในอดีต ฉะนั้นจึงควรจัดประสบการณ์ที่แตกต่างกันมาก ๆ เท่าที่จะเป็นไปได้ และก็ควรจัดทำโอกาสที่จะสังเคราะห์ประสบการณ์เหล่านี้ เพื่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ ขึ้นด้วย

คาร์ริน และซันด์ (Carin and Sund. 1971 : 302) ได้เสนอการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเกิดความเข้าใจ สภาพความจริงเกี่ยวกับตนเอง

โดยฝึกให้นักเรียนเป็นคนที่มีความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลายวิธี
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถในการคิดสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง แตกต่างจากความคิดของผู้อื่น
4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) คือ ความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิดเพื่อบอกถึงวิธีสร้างและการนำไปใช้
5. ความไวในการคิด (Sensitivity) คือ ความสามารถในการมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

คาร์ริน และซันด์ (Carin and Sund. 1975 : 307 - 308) ได้กล่าวถึง การสอนที่สนับสนุนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. ให้ความไว้วางใจและลดความหวาดระแวงในตัวนักเรียนในการประดิษฐ์หรือค้นคิดสิ่งใหม่ ๆ รวมทั้งการกระตุ้นให้มีการคิด ใจกว้างยอมรับการคิดนั้น ๆ
2. ให้นักเรียนเป็นผู้ประเมินและตัดสินใจด้วยตนเอง เพื่อผู้เรียนจะได้มีความเป็นอิสระในการคิดโดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ
3. ไม่ควรควบคุมกดดันนักเรียนจนเกินไป
4. สนับสนุนนักเรียนให้มีการติดต่อกันอย่างอิสระ

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหาและกระบวนการ หากนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้ที่มีกระบวนการคิดในการแสวงหาความรู้ ดังนั้นในการคิดสร้างสรรค์จึงต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบใหม่ ๆ ซึ่ง ฮันต์ จันท์กวี (2525 : 3 - 10) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า ทดลองและแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธีซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการตรวจงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์หรือคะแนนจากแบบสอบวัดความ

คิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนทัศนีย์ บุญเดิม (2526 : 3) ได้ให้คำนิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากทฤษฎีการค้นคว้าของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาดังกล่าวจะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกัน แต่ต่างกันที่ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของความคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ การแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นเช่นความสามารถที่มีอยู่แล้วในแต่ละบุคคล เพียงแต่ครูผู้สอนจะมีวิธีการจัดกิจกรรมอย่างไรที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสรุปขั้นตอนในการเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ดังนี้ คือ

1. ขั้นรู้สึกที่เกิดความยุ่งยากหรือขึ้นของการเกิดปัญหา
2. ขั้นของการคาดคะเนคำตอบหรือการตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นของการหาวิธีตรวจสอบสมมติฐานหรือการออกแบบการทดลอง

นอกจากครูต้องทราบและเข้าใจการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะของผู้มีความคิดสร้างสรรค์แล้ว ครูจะต้องทราบและเข้าใจพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กอีกด้วย เปียเจต์ (นฤมล ยุทธาคม. 2522 : 25 - 26 ; อ้างอิงมาจาก Piaget. 1958) ได้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก ซึ่งแบ่งเป็นขั้นต่าง ๆ ตามลำดับจากวัยเด็กถึงวัยรุ่นเป็น 4 ขั้น คือ

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1. Sensory - moter | อายุ 0 - 2 ปี |
| 2. Preoperation | อายุ 2 - 7 ปี |
| 3. Concrete operation | อายุ 7 - 11 ปี |
| 4. Formal operation | อายุ 11 - 15 ปี |

เด็กในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจะมีอายุในช่วง 11 - 15 ปี ซึ่งอยู่ในขั้นพัฒนาการที่เรียกว่า Formal operation เด็กในวัยนี้จะมีความคิดดังนี้

1. ความคิดตั้งสมมติฐาน และตั้งปัญหาที่จะต้องพิสูจน์ได้
2. สามารถประเมินกระบวนการคิดของเขาได้

3. คิดสิ่งเคราะห์ได้
4. คิดจินตนาการได้
5. คิดสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะนามธรรมได้
6. เข้าใจความน่าจะเป็นได้
7. สามารถตั้งคำถามทางศีลธรรมได้
8. เข้าใจสัดส่วน อัตราส่วนและการรวมกันของตรรกได้

เบียเจทซ์ชี้ให้เห็นว่า วัยรุ่นกำลังอยู่ในวัยที่จะพัฒนาความคิดอย่างนามธรรม (Formal) ดังนั้นครูจึงควรหาโอกาสเขาได้ใช้วิธีการคิดดังกล่าว ระบุปัญหา หาเหตุผล ตั้งสมมุติฐาน การออกแบบ การทดลอง การประเมินข้อมูล เพื่อเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขบวนการ และพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์

บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

วัตสัน (ประดิษฐ์ สันนเอื้อ. 2527 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Washton. 1967) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้นนักเรียนควรมีโอกาสในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ชักถามทั้งในระหว่างและหลังการบรรยาย การอภิปรายและการปฏิบัติการทดลอง
2. อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียนและไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอ
3. เสนอข้อคิดหรือกระบวนการ แม้ว่าเป็นสิ่งที่ทุกคนยอมรับแล้ว ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้รับสิ่งใหม่ ๆ
4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้ยอมรับว่า วิธีการลองผิดลองถูกนั้นเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง
5. มีอิสระในการสร้างสรรค์งานนอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้
6. ให้นักเรียนยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถในการจดจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลดังกล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน เช่น เนื้อหา หลักสูตร วิธีสอน

ตัวครู ตัวนักเรียน และบรรยากาศในการเรียน โดยเฉพาะการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนนั้น ควรจะให้นักเรียน ได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเอง ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิด สร้างสรรค์อีกด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เชาวัน อยะะวงค์ (2526 : 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อผสมและครูฝึก ซึ่งมีแผนการฝึกลำดับขั้นตอนของการฝึกที่เหมือนกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.4 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

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

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

กลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

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

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

โคลีเบล (Kolebas. 1972 : 4443 - A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บ้างต้น มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

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

เดวิส (Davis. 1979 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guide - inquiry discovery approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository - text approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทางในการค้นพบ กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา ผลการทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่าผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วิธีการต่าง ๆ ประกอบนั้น นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งแตกต่างกัน และไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า มีงานวิจัยที่สนับสนุนเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบปกติ ดังนั้นจึงควรมีการสอนวิทยาศาสตร์โดยมุ่งฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้

ประทวน อ่อนไสว (2527 : 65 – 75) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่สอนโดยการสอนแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พจนา สังวรรณกิจ (2529 : 80) ทดลองสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

อุทัย บุญมาดี (2529 : 61 – 62) ได้ใช้ชุดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ

ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คัมภีร์ สุปศรี (2530 : 99 - 100) ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียน โมดูลกับการสอนตามคู่มือครู กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า

อุษา คำประกอบ (2530 : 97) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ด้านควมมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุด การเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ

สตรีกแลนด์ (Strickland. 1971 : 2510 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติในวิชาชีววิทยาทั่วไป ที่ Coplan Lincoln Junior College โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ส่วนอีกกลุ่มสอน แบบปกติ ผลการศึกษาปรากฏว่า นักศึกษากลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พาร์คเกอร์ (Parker. 1973 : 4914-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซล โมเลกุล DNA และพันธุกรรม ของนักศึกษาที่เริ่มเรียนวิชาชีววิทยา ในระดับมหาวิทยาลัย ใช้กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา 90 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ละ 45 คน กลุ่ม ทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

บาร์ด (Bard. 1975 : 5947-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพ 100 ของนักเรียนที่ Southern Colorado State College โดยใช้แบบเรียน สำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่ม ควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถนำมาใช้ในการเรียน การสอนได้ และได้แพร่หลายมากในวงการศึกษามหาวิทยาลัยในประเทศไทยในระดับ จากผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

3. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พิระศักดิ์ โพธิ์สันทน์ (2525 : 46 - 47) ได้ศึกษาสัมพันธภาพระหว่างขั้นตอนของการเรียนรู้ตามทฤษฎีเพียเจต์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า สถิติของการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียเจต์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เชาวนีย์ อายะวงศ์ (2526 : 57 - 59) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยาด้วยการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกันด้วยการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกันด้วยการใช้ครูฝึก ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกจากครูผู้ฝึกมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะมีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กอดศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 1 - 93) ได้ศึกษาการใช้คำถามที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับการสอน โดยใช้คำถามตามแผนการสอน สลวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา กรุงเทพมหานคร จำนวน 105 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการเรียนรู้และการ และ
กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม สอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอนของ สสวท. ผลการทดลองพบว่า ความคิด
สร้างสรรค์ ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01

ชาอุทัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74 - 75) ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการ
การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และแนวความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์
วิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู
ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ
กับการใช้การอภิปรายตามคู่มือครูโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กับโดยรูปภาพและแผนภูมิ มี
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้อุปกรณ์
วิทยาศาสตร์ และโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึก
ทักษะ การตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ มีความคิดสร้าง
สรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

บุญเลิศ เลียงสุขสันติ (2531 : 73) ได้ทำการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดย
ใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติ โรงเรียนอนุบาลชัยนาท
สังกัดสำนักงานประถมศึกษาแห่งชาติ จังหวัดชัยนาท จำนวน 70 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ
35 คน ผลการทดลอง พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานในแต่ละด้านของ
นักเรียนที่สอนโดย ใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และโดยการสอนแบบปกติ
แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ในแต่ละด้านของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่สอนโดยการสอนแบบปกติด้วยความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และโดยการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่สอนโดยการสอนแบบปกติ ด้วยความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

บุทโซ (Butzow. 1972 : 85) ได้ทดลองสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนและหลังการสอน พบว่า คะแนนสอบทั้งสองครั้งแตกต่างกัน คือ นักเรียนมีความสามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดจำพวก การวิเคราะห์ การสรุปอ้างอิงและการทดลองเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

วิดเดน (Widdon. 1972 : 3585-A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยทดลองกับนักเรียนโรงเรียนสเปยฟิช (Speasfish) และนักเรียนโรงเรียนสเตอร์กิส (Stergis) จำนวน 555 คน ครู 20 คน โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทักษะเกี่ยวกับความคิด (Cognitive domain) สูงกว่ากลุ่มควบคุมและความเข้าใจของครูผู้สอนเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลต่อความงอกงามทางความคิดของนักเรียน นอกจากนี้นักเรียนชายมีความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิง

สตีเวน และเอทวูด (Steven and Atwood. 1978 : 303 - 308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ จากผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนสอนและหลังการสอนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสนใจในวิชา

วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนทั้ง 3 ระดับมีคะแนนการทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการพัฒนาทางด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียน ดังนั้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ครูควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติ ผักผ่อนความคิด และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแสวงหาความรู้ เพื่อเป็นการส่งเสริมด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ก่อกักดี ศรีน้อย (2527 : 79) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นตอนการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นตอนการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประติษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .001

จุลจักร โนนันท์ (2529 : 57) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน อันประกอบด้วยความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองที่สอนโดยวิธีการบวนการกลุ่มพื้นฐานที่ใช้เกมมีความคิดสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์ รวมทุกด้านสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอภิปราย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อีเกลตัน (Egelston. 1971 : 818-A) ได้ใช้ระเบียบวิธีสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรม ศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการสอนในห้องปฏิบัติการวิชาชีพของครู ระหว่างกลุ่มที่สอนโดยให้อิสระแก่นักเรียนในทางค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองกับครูในกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า การใช้วิธีสอนที่ให้อิสระแก่นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง มีผลให้นักเรียนกลุ่มทดลองแสดงพฤติกรรมแตกต่างจากนักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านการแสดงความคิดริเริ่มและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุม

พินิกซ์ (Penick. 1976 : 307 - 314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการสอน 2 แบบ ต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 5 การสอน 2 แบบคือ 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) ส่วนความคิดสร้างสรรค์ในเรื่องรูปภาพ (Figural creativity) พบว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TSLS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้ โดยเฉพาะกิจกรรมการเรียนการสอน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด และมีอิสระในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง อย่างมีระบบโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 1 ด้านความคิดริเริ่ม
- 2 ด้านความคิดยืดหยุ่น
- 3 ด้านความคล่องแคล่วในการคิด
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
 - 1 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนและหลังเรียน แตกต่างกัน
 - 2 นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนและหลังเรียน แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหมอ "พัฒนานุกุล" อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 7 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 280 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหมอพัฒนานุกุล อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ซึ่งได้จากการจับฉลาก มา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 7 ห้องเรียน แล้วจับฉลากแบ่งออกเป็น กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน สอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท.

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ว 203) เรื่อง อาหาร ตามหัวข้อ ต่อไปนี้

1. การทดสอบสารอาหาร
2. สารอาหารที่ให้พลังงาน
3. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน
4. ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของอาหาร
5. การกินอาหารให้ถูกต้อง
6. โทษของการขาดสารอาหาร
7. พลังงานจากอาหารกับกิจกรรม
8. สิ่งเป็นพิษในอาหาร

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2531 : 216) ซึ่งมีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X	T_2
CR	T_1	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E แทน กลุ่มทดลอง
- C แทน กลุ่มควบคุม
- T_1 แทน การสอบก่อนจัดกระทำการทดลอง
- T_2 แทน การสอบหลังจัดกระทำการทดลอง
- X แทน การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- แทน การสอนตามแนวคู่มือครู สสวท.

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
2. แผนการสอนตามคู่มือครู สสวท.
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. การสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1 โครงสร้างของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ได้ดัดแปลงรูปแบบมาจากโครงสร้างชุดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างของ คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973 : 150) ดังนี้

- 1.1 หัวข้อ
- 1.2 คำชี้แจง
- 1.3 หัวข้อย่อย
- 1.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1.5 กิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 1.6 คำถามทบทวน เป็นการประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรม
- 1.7 ความรู้เพิ่มเติมด้านเนื้อหา

2 ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนรู้ จากเอกสารและงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมให้เหมาะสม

2.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดลักษณะให้เหมาะสมกับภูมิหลังและวัยของผู้เรียน

2.3 ศึกษาขั้นตอน และแนวการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จากเอกสารและงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมตามขั้นตอนต่าง ๆ ให้เหมาะสม

2.4 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ จากแบบเรียนและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ว 203) เรื่อง อาหาร ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นที่จัดทำโดย สสวท.

2.5 สร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยยึดตามแนวการสร้างบทเรียนด้วยตนเองโดยใช้สื่อประสมของ วาสนา ขาวหา (2525 : 135 - 137) มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วย หัวข้อ หัวข้อย่อย แนวคิด จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ตามลำดับขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์และคำถามพบทวน พร้อมทั้งเฉลย เพื่อเป็นการประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรม

2.6 นำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเกี่ยวกับความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาและวิธีการจัดกิจกรรม ซึ่งเป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรง

2.7 นำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่มุมตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 โดยดำเนินการดังนี้

- ทดลองเป็นรายบุคคลกับนักเรียน ประมาณ 3 คน โดยทดลองครั้งละคน เพื่อให้ได้ข้อมูล แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
- ทดลองกลุ่มเล็ก ประมาณ 5 คน ดูความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาที่ใช้และปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
- ทดลองภาคสนาม นำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนทั้งชั้น เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้

2.8 เกณฑ์ที่ใช้ในการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พิจารณาจากการตอบคำถามพบทวนในแต่ละชุดใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม คือ คะแนนจากการตอบคำถามทบทวนของนักเรียนทั้งหมดได้คะแนนเฉลี่ยอย่างน้อยร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง นักเรียนสามารถตอบคำถามทบทวนแต่ละข้อถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 80

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2 ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหาร จากหนังสือและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 3 (ว 203) เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์แบ่งเป็นพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3 วิเคราะห์อัตราส่วนในการออกแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน

4 สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 100 ข้อ

5 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดความถูกต้องด้านภาษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข

6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แก้ไขปรับปรุง แล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหมอ "พัฒนานุกูล" อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี ที่ได้เรียนเรื่องนี้ไปแล้ว จำนวน 100 คน

7 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกต้องให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของจุฑา เทห์ พาน โดยตัดเอา 27% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

หาค่า P_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จุง เตห์ ฟาน สร้างไว้ เลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 186 - 187)

8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 7 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหมอ "พัฒนานุกูล" อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2531 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น .68 ดังตัวอย่างแบบทดสอบในภาคผนวก

3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของชาติชัย วิโรจนะ (2531 : 280 - 284) ซึ่งผู้วิจัยนำมาหาคูณภาพอีกครั้งหนึ่งได้ค่าความเชื่อมั่น .71

1 ลักษณะของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบให้นักเรียนตอบอิสระในเวลาที่กำหนด มีจำนวน 3 ข้อ ดังนี้

1.1 "สมมติว่า" กำหนดสถานการณ์ที่เป็นเหตุการณ์ที่สมมติขึ้น ให้นักเรียนคิดหรือคาดคะเน โดยมีเหตุผลประกอบให้มากที่สุด

1.2 "ออกแบบการทดลอง" กำหนดอุปกรณ์ให้ และให้นักเรียนนำมาออกแบบการทดลองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ รวมทั้งอธิบายวิธีการทดลองให้เข้าใจ

1.3 "การตั้งคำถาม" กำหนดสถานการณ์ที่เป็นภาพ ให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพให้มากที่สุด พร้อมทั้งคาดคะเนในสิ่งที่จะเกิดขึ้น และเป็นคำตอบของคำถามนั้นได้

2 การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสามข้อแต่ละข้อตรวจให้คะแนนสามด้าน คือด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องแคล่วในการคิด

2.1 ความคิดริเริ่มพิจารณาโดยการหาความถี่จากคำตอบ ของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป	ให้คะแนน	0	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 5	ให้คะแนน	1	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 4	ให้คะแนน	2	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 3	ให้คะแนน	3	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 2	ให้คะแนน	4	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 1	ให้คะแนน	5	คะแนน

2.2 คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน แต่ละคนตามวิธีที่แตกต่างกัน แล้วให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

2.3 ความคล่องแคล่วในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อได้จากผลรวมของ คะแนนความยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของ นักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้งสามข้อ

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบ ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของชาติชัย วิโรจน์ะ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหม้อ "พัฒนากุล" จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร ฮอยท์ Hoyt's Anova Procedure (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 172) ได้ค่าความเชื่อมั่น .64 ดังตัวอย่างแบบทดสอบในภาคผนวก

วิธีดำเนินการทดลอง

1. นำนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 7 ห้อง มาจับฉลากเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง

2 ห้องแล้วจับฉลาก อีกครั้งหนึ่ง แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน

2. ทดสอบก่อนการเรียน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนทั้ง 2 กลุ่ม โดยสอนในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาการสอนเท่ากัน คือ กลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการสอนดังนี้

1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2 กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู สสวท.

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังการเรียน กับนักเรียนสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชุดเดียวกับที่ทำการทดสอบก่อนเรียน

5. ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติแบบ t - test Independent ในรูป Difference Score

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - test Independent ในรูป Difference Score

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - test Dependent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่าความแปรปรวน (S^2)
2. หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27 เปอร์เซนต์ แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32)
3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้สูตร KR-20 (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168)

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

เมื่อ	r_{kk}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ $= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$
	S^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบฉบับนั้น

4. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร

Hoyt's Anova Procedure (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 173)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	MS_E	แทน	คะแนนความแปรปรวนของการคลาดเคลื่อน
	MS_P	แทน	คะแนนความแปรปรวนระหว่างผู้ตอบแต่ละคน

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

1. ตรวจสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีทางสถิติ t - test แบบ Difference Score (Scott. 1962 : 264)

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

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

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t - distribution

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน
กับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน
กับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียน
ของกลุ่มทดลอง

D_2	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรีรณกับก่อนการเรีรณ ของกลุ่มควบคุม
S^2_D	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลัง การเรีรณและก่อนการเรีรณของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
$S_{MD_1}^2 - MD_2^2$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการ ทดสอบก่อนการเรีรณและหลังการเรีรณของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

2. ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และ
ความคิดริเริ่มของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติ แบบ $t - test$
แบบ Difference Score (Scott. 1966 : 264)

3. ตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ก่อนและหลังได้รับการสอนภายในกลุ่มทดลองและภายในกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติ แบบ t - test

Dependent (ลิ้น สายยศ และอังกณ สายยศ. 2531 : 87)

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

เมื่อ D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
S^2D	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการทดลอง
S_{MD-MD_2}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
กลุ่มทดลอง	แทน	กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในบูรณาการ
กลุ่มควบคุม	แทน	การสอนตามคู่มือครู สสวท.
*	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
**	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_{MD-MD_2}	t
กลุ่มทดลอง	40	21.42	28.57	7.15		
					1.24	0.29
กลุ่มควบคุม	40	19.75	26.53	6.78		

$$t_{.05 (78)} = 1.980$$

จากตาราง 2 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการเรียนตามคู่มือครู สสวท. ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_{MD-1-2}	t
กลุ่มทดลอง	40	22.80	38.80	15.97		
					1.14	8.13**
กลุ่มควบคุม	40	17.67	24.30	6.63		

$$t_{.01 (78)} = 2.617$$

จากตาราง 3 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_{MD-1-2}	t
กลุ่มทดลอง	40	0.55	2.30	1.75		
					0.39	3.46*
กลุ่มควบคุม	40	0.30	0.70	0.50		

$$t_{.01 (78)} = 2.617$$

จากตาราง 4 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ได้ผลดังตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	S_{MD-MD_2}	t
กลุ่มทดลอง	40	9.05	14.45	5.40	0.66	4.69**
กลุ่มควบคุม	40	7.07	9.37	2.30		

$$t_{.01 (78)} = 2.617$$

จากตาราง 5 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	X_1	X_2	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	40	13.20	22.02	8.82		
					0.74	7.30**
กลุ่มควบคุม	40	10.57	13.97	3.40		

$$t_{.01 (78)} = 2.617$$

จากตาราง 6 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนและหลังการเรียน ได้ผลดังตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มทดลอง	40	286	3160	8.459**
กลุ่มควบคุม	40	271	2987	7.889**

$$t_{.01 (39)} = 2.704$$

จากตาราง 7 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดย
ใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนและหลัง เรียน
ได้ผลดังตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและ
หลังเรียน

องค์ประกอบของความคิด				
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	N	ΣD	ΣD^2	t
ความคิดริเริ่ม	40	70	382	4.16**
ความคิดยืดหยุ่น	40	214	1508	11.54**
ความคล่องแคล่วในการคิด	40	353	3555	16.62**
รวมความคิดสร้างสรรค์ทาง				
วิทยาศาสตร์	40	639	11369	18.54**

$$t_{.01 (39)} = 2.704$$

จากตาราง 8 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคล่องแคล่วในการคิด และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตาม
คู่มือครู สสวท. ก่อนและหลังเรียน ได้ผลดังตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมก่อนและ
หลังเรียน

องค์ประกอบของความคิด				
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	N	ΣD	ΣD^2	t
ความคิดริเริ่ม	40	16	50	2.39*
ความคิดยืดหยุ่น	40	108	492	4.92**
ความคล่องแคล่วในการคิด	40	142	844	6.54**
รวมความคิดสร้างสรรค์ทาง				
วิทยาศาสตร์	40	266	2705	8.58**

$$t .05 (39) = 2.021$$

$$t .01 (39) = 2.704$$

จากตาราง 9 แสดงว่านักเรียนกลุ่มควบคุม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้าน
ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคล่องแคล่วในการคิด และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

บทสรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท.

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท.

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ในแต่ละด้านดังนี้

- 1 ด้านความคิดริเริ่ม
- 2 ด้านความคิดยืดหยุ่น
- 3 ด้านความคล่องแคล่วในการคิด

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ

1 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนและหลังเรียน

2 นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนและหลังเรียน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 1 ด้านความคิดริเริ่ม
- 2 ด้านความคิดยืดหยุ่น
- 3 ด้านความคล่องแคล่วในการคิด

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ

1 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกัน

2 นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหมอ "พัฒนานุกูล" อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ซึ่งได้มาจากการจับฉลากมา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 7 ห้องเรียน แล้วจับฉลากอีกครั้งหนึ่งแบ่งออกเป็น กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน สอนตามคู่มือครู สสวท.

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

- 1 ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- 2 แผนการสอนตามคู่มือครู สสวท.
- 3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่น .68

4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของชาติชัย วิโรจนะ ซึ่งเป็นแบบให้นักเรียนเขียนตอบอย่างอิสระในเวลาที่กำหนด มีจำนวน 3 ข้อ ดังนี้

4.1 "สมมติว่า"

4.2 "ออกแบบการทดลอง"

4.3 "การตั้งคำถาม"

มีค่าความเชื่อมั่น .64

3. วิธีดำเนินการทดลอง

1 นำนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 7 ห้อง มาจับฉลากเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้อง แล้วจับฉลากอีกครั้งหนึ่ง แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน

2 ทดสอบก่อนการเรียนรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์

3 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยทั้ง 2 กลุ่ม สอนในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาการสอนเท่ากันคือ กลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการสอนดังนี้

3.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.2 กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู สสวท.

4 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วทำการทดสอบหลังการเรียนกับนักเรียน

ทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชุดเดียวกันที่ทำการสอบก่อนเรียน

5. ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ $t - test$ Independent ในรูป Different Score
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคล่องแคล่วในการคิด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ $T - Test$ Independent ในรูป Differenc Score
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ $t - test$ Dependent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทาง

วิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

2 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

3 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ

1 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2 นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่ม ก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านความยืดหยุ่น ความคล่องแคล่วในการคิด และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความ

คล่องแคล่วในการคิด ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท.

1. จากการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้จะมีสาเหตุเนื่องมาจากการประการแรก การเรียนการสอนที่จัดให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งต่างมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ฝึกการคิด แก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมดังนี้ คือ ระบุปัญหา หาเหตุผลที่เป็นไปได้ ตั้งสมมติฐาน กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ กำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและสรุปผลการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมจะมีการเรียนการสอน และปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ นักเรียนคิดแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการอภิปรายร่วมกับครู ซึ่งมีขั้นตอนอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อระบุปัญหา หาเหตุผล และวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนทดลองและอภิปรายหลังการทดลอง เพื่อสรุปผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มนี้มุ่งให้ผู้เรียนได้รับความรู้ควบคู่ไปกับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เพื่อแก้ปัญหาเช่นเดียวกัน แตกต่างกันเพียงกลุ่มทดลองฝึกโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่วนกลุ่มควบคุม ฝึกโดยการอภิปรายร่วมกับครู ดังนั้นจึงเป็นผลให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มเกิดพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทางด้านความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกัน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เชาวนีย์ อะยะวงค์ (2526 : 56) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปและครูฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 26) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของพจนา ลังวรรณกิจ (2529 : 79) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนที่ได้รับการ

สอน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประการที่สอง การเรียนการสอนของกลุ่มทดลอง เป็นการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ถึงแม้ว่ากิจกรรมที่จัดขึ้นนั้นมุ่งหวังให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดแก้ปัญหาอย่างเต็มที่ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แต่ช่วงเวลาการฝึกในขั้นตอนต่าง ๆ มีจำกัด ดังนั้นจึงจำกัดขอบเขตในการคิดเพื่อแก้ปัญหา เป็นผลให้การปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้รับการฝึกอย่างเต็มที่ จึงส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 58 - 84) ได้กล่าวว่าวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้านักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีแล้ว ในส่วนตัวความรู้ก็จะพัฒนาด้วย ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าว ถ้านักเรียนไม่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่ ย่อมส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเช่นกัน จึงเป็นข้อสนับสนุนที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประการที่สาม การเรียนการสอนของกลุ่มทดลองเป็นการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการไปตามขั้นตอนด้วยตนเองอย่างอิสระ กิจกรรมนั้นจะต้องอาศัยความพร้อมในตัวนักเรียนอย่างมาก นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเรียนด้วยตนเองอย่างอิสระ ดังนั้นการเรียนโดยวิธีนี้ จึงควรมีเวลาในการเตรียมตัวและใช้เวลาในการเรียนให้มากกว่านี้ ซึ่งระยะเวลาในการทดลอง 18 คาบ ไม่เพียงพอกับการเตรียมตัวนักเรียนจากเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นข้อสนับสนุนที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประการที่สี่ ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ยังมีข้อบกพร่องอยู่มาก เช่น คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน คำสั่งในการปฏิบัติกิจกรรม แต่ละขั้นตอน ขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แนวทางในการตอบแต่ละตอน ยังไม่ชัดเจน และไม่สัมพันธ์ต่อเนื่องกัน อาจทำให้นักเรียนกลุ่มทดลอง

ที่ต้องเรียนด้วยตนเอง ซึ่งต้องอาศัยความเข้าใจในการอ่านจากชุดการเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่สุด ดังนั้น ถ้าชุดการเรียนไม่ชัดเจน ไม่สัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ก็ไม่สามารถสื่อสาร ถ่ายทอดความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ได้ จากเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นข้อสนับสนุนที่ว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. จากการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดการเรียนด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคล่องแคล่วในการคิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ประการแรก นักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนด้วยตนเองมีโอกาสของความมีอิสระด้านความคิดแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู คือ ความคิดไม่ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนแต่ละท่าน นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระในการปฏิบัติกิจกรรมและหาประสบการณ์การเรียนรู้ โดยไม่ถูกวิจารณ์ หรือถูกประเมิน ทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี ไม่เข้มงวด ไม่มีความวิตกกังวล เนื่องจากการซักถามผู้เรียนมีโอกาสดิดได้ฝึกคิดบ่อย ๆ เกิดความคล่องในการคิด ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ได้แสดงออกในด้านความคิด ใหม่ ๆ แปลก ๆ ในหลาย ๆ แนวทาง เหล่านี้ล้วนแต่มีส่วนส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ คาริน และซันด์ (Carin and Sund. 1975 : 307 - 308) สมจิต สมัตถพันธ์ (2522 : 62) และกรมการฝึกหัดครู (2522 : 48) ซึ่งโดยสรุปกล่าวได้ว่า การสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้นครูต้องให้ความไว้วางใจ และลดความหวาดระแวงในตัวนักเรียนให้ความเป็นอิสระ เลิกบังคับให้นักเรียนทำตามคำสั่งของครู ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างคิดและส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการแก้ปัญหา และสมจิต สวชนาไพบูลย์ (2527 : 27 - 32) ได้สรุปถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิดในรูปของการ

ฝึกเป็นรายบุคคล เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดด้วยตนเองอย่างเต็มที่ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธวัชชัย เบียนประสิทธิ์ (2528 : 56) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคล่องแคล่วในการคิด และความคิดริเริ่ม สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พจนา สังวรรณกิจ (2529 : 79) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

ประการที่สอง นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ฝึกคิดหาวิธีแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผู้เรียนได้ฝึกระบุปัญหา หาเหตุผล ตั้งสมมติฐาน ให้นิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดอย่างอิสระ และได้ปฏิบัติกิจกรรมตามความคิดของตนเอง ทำให้เกิดความคิดหลาย ๆ แนวทาง การปฏิบัติกิจกรรมในลักษณะนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สมจิต สวอนไพบูลย์ (2527 : 30) ที่ได้สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การจัดกิจกรรมในรูปแบบการสร้างสถานการณ์ยั่วให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกระบุปัญหา หาแนวทางแก้ปัญหา หลายแง่หลายมุม จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมการมีส่วนสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นข้อสนับสนุนผลการทดลองที่ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคล่องแคล่วในการคิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ก่อนและหลังการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เป็นเพราะการวิจัยสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นการฝึกแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาการคิดโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ทำให้ผู้เรียนได้รับในส่วนที่เป็นตัวความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) โดยยึดหลักที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นโดยนักเรียนจะนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จริง ๆ ในการคิดที่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับแนวคิดของ ฮันต์ จันทร์กวิ (2523 : 6) ที่ว่าวิธีสอนที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนและหลังเรียนแตกต่างกัน

2 ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ การสอนตามคู่มือครู สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเป็นการสอนอย่างสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มทดลองโดยให้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยปฏิบัติตามกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ตามลำดับ ในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ คือ ระบุปัญหา หาเหตุผลที่เป็นไปได้ ตั้งสมมติฐาน กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและสรุปผลการทดลอง ในแต่ละขั้นของการปฏิบัติตามกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองลงไปในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ โดยไม่ถูกควบคุมหรือประเมินจากครูผู้สอนและสามารถตรวจคำตอบ ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อประเมินตนเองได้จากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองในแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติตามกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น รู้จักที่จะผสมผสานและบูรณาการ ทักษะต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ก็ย่อมส่งผลให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมที่สอนตามคู่มือครู สสวท. จะปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนการสอนโดยอภิปรายร่วมกับครู ซึ่งมีขั้นตอนการอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการระบุปัญหา หาเหตุผล และแนวทางแก้ปัญหาโดยการทดลอง มีการปฏิบัติตามการทดลอง และอภิปรายหลังการทดลอง เพื่อสรุปผลการทดลอง ทุกขั้นตอนเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนฝึกคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับ ไชศรี อามรรรัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5 - 7) ได้ให้ความเห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิด และได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นวิธีสอนทั้งสองวิธีฝึกให้นักเรียนคิด แก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาการคิดได้อย่างเต็มที่ เป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นข้อสนับสนุนผลการทดลองที่ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยให้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคู่มือครู สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม เป็นความคิดขั้นสูงสุด ซึ่งจะตัดสินให้คะแนนจากความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น หรือซ้ำกับผู้อื่นน้อยที่สุด ทำให้คะแนนของความคิดในด้านนี้เกิดขึ้นค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ กลุ่มควบคุมที่เรียนตามแนวคู่มือครู สสวท. จะเรียนโดยการอภิปรายร่วมกับครู โดยนักเรียนจะเรียนและปฏิบัติกิจกรรมไปตามแนวทางที่ครูกำหนดให้ ซึ่งไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเองอย่างอิสระ เป็นผลให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้านนี้เกิดขึ้นน้อยมาก ดังที่ ซันด์ และ ทราวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 345 - 355) กล่าวว่า สิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญมากในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ได้ทำกิจกรรมหลายอย่าง และได้ฝึกหัดคิด จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ จากเหตุผลดังกล่าวเป็นข้อสนับสนุนที่ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มควบคุมเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย แต่อย่างไรก็ดี ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1 จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ แสดงว่าการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ไม่แตกต่างจากการสอนตามคู่มือครู สสวท. ในขณะเดียวกันก็มีส่วนช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะการสอนโดยใช้

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้พัฒนากระบวนการคิด ได้ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้อย่างอิสระ ได้ทราบข้อบกพร่อง และความก้าวหน้าของตนเองตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของเด็กวัยนี้ ดังนั้น ผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ควรที่จะสนับสนุน ส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อจะได้นำไปพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุจุดหมายของหลักสูตรต่อไป

2 การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ควรใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสลับกับวิธีอื่น ๆ เช่น การสอนโดยการอภิปรายร่วมกับครู ในชั้นต่าง ๆ เช่นชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ชั้นทดลอง หรือชั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3 การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในชุดที่ 1 และ 2 ซึ่งนักเรียนเริ่มต้นเรียนและยังไม่คุ้นเคย รวมทั้งการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นทดลองค่อนข้างยุ่งยาก ทำให้การปฏิบัติกิจกรรมไม่เป็นไปตามเวลาที่กำหนด จึงควรเพิ่มเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมอีกประมาณ 20 นาที นอกจากนั้นการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นระบุปัญหาและหาเหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ควรให้เวลาให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระอย่างพอเพียง เพราะการปฏิบัติกิจกรรมในขั้นนี้ จะเป็นแนวทางในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในขั้นต่อ ๆ ไป

4 การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการนั้น เป็นสิ่งที่ยังนักเรียนยังไม่คุ้นเคย โดยเฉพาะการปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนต่าง ๆ ในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งนักเรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ นักเรียนในระดับนี้ยังได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมาน้อย ดังนั้นก่อนดำเนินการทดลองครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเสียก่อน เพื่อที่นักเรียนจะได้มีพื้นฐานสำหรับปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการต่อไป

5 การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการนั้น การปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้น ฝึกให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยให้คิดด้วยตนเองอย่างอิสระ จะมีส่วนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ดังนั้น การจัดกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรเน้นที่กระบวนการคิดมากกว่าเนื้อหา ตลอดจนควรจัดบรรยากาศในการเรียนการสอนที่ไม่เข้มงวด เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสหาประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มที่

6. จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ผู้วิจัยพบว่า ชุดการเรียนเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สร้างขึ้น ยังมีข้อบกพร่องอยู่มาก เช่น คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน คำสั่งในการปฏิบัติกิจกรรม คำสั่งในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละตอน ขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แนวทางการตอบแต่ละตอน ยังไม่ชัดเจน และไม่ต่อเนื่องกัน อาจทำให้นักเรียนไม่เข้าใจ และไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้ จึงควรมีการปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ดังกล่าวให้ชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย เพื่อสื่อสารถึงผู้เรียนให้เข้าใจชัดเจนยิ่งขึ้น

7. จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยเฉพาะด้านความคิดริเริ่มเกิดขึ้นน้อยมาก อาจเป็นเพราะ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ชชาติชัย วิโรจน์ะ ทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ประสิทธิภาพมาก จึงไม่เหมาะกับนักเรียนที่ผู้วิจัยนำแบบทดสอบ นักเรียนส่วนใหญ่มีสติปัญญาอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างอ่อน ประสิทธิภาพน้อย นอกจากนี้ เวลาที่กำหนดไว้ในการทำข้อสอบแต่ละข้อ เพียงข้อละ 10 นาที ซึ่งนับว่าน้อยมาก ในการที่จะให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมาอย่างเต็มที่ คำถามในข้อสอบยังเป็นคำถามค่อนข้างยากที่ฝึกให้เด็กคิดและเขียนตอบทุกข้อในช่วงเวลาสั้น ๆ ทำให้เกิดปัญหากับนักเรียนที่มีสติปัญญาระดับนี้ ซึ่งส่วนมากนักเรียนยังเขียนและอ่านหนังสือซ้ำอีกด้วย นอกจากนี้เกณฑ์ในการให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ยังเป็นเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูง ไม่เหมาะกับระดับสติปัญญาของนักเรียน ทำให้ไม่สามารถแสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มที่แท้จริงของนักเรียนระดับนี้มากน้อยเพียงไร

ฉะนั้น การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ควรเลือกแบบทดสอบโดยคำนึงถึง
 ค่าถ่วงในแบบทดสอบ เวลา เกณฑ์ การให้คะแนน ควรปรับให้เหมาะสมกับระดับสติปัญญาของ
 นักเรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้า

1. ควรมีการศึกษาลักษณะการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับประชากรกลุ่มอื่น ๆ เช่น นักเรียนระดับมัธยมศึกษา
 ตอนต้นชั้นปีที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์บทอื่น ๆ
2. ควรมีการศึกษาลักษณะการสอน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดวิจารณ์ ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
 ความมีเหตุผล และวินัยทางวิทยาศาสตร์
3. ควรมีการศึกษาลักษณะการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียน เพศ
 วัย แตกต่างกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ✓ กาญจนา เกียรติประวัติ. นวัตกรรมการศึกษา. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.
- การฝึกหัดครู, กรม, หน่วยศึกษานิเทศก์. การวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของเด็กไทยระดับ ป.5 - ม.ศ.3. โรงพิมพ์จุฬินไทย, 2522.
- ก้องศักดิ์ ศรีน้อย. การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นตอนการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3. ปรินทิพินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- กิ่งฟ้า สันธวัช และคนอื่น ๆ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น, 2525.
- ไชศรี อาภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะหาความรู้," ข่าว สสวท. 9(4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม - กันยายน, 2525.
- ✓ คัมภีร์ สุขศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และภูมิใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินทิพินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- จินดารัตน์ ไกลทิพย์. การจัดสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เขตการศึกษา 11. หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา, 2528.
- จุลจักร โงพันธ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และมนุษยสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการบวนการกลุ่มสัมพันธ์ ที่ใช้เกมกับวิธีการกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอภิปราย. ปรินทิพินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

- ฉวีวรรณ กีนาวงศ์. เอกสารประกอบคำบรรยายวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. พิชณโลก : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิชณโลก, 2520.
- เฉลิม รอดหลง. การศึกษาสมรรถภาพ บัณฑิต และความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนมัธยมศึกษา ระดับตำบล เขตการศึกษา 6. ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์ (ศึกษาศาสตร์การสอน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529. อุดลำนาค.
- ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์ (ศึกษาศาสตร์การสอน) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อุดลำนาค.
- ชาติชัย วิโรจนะ. การศึกษาผลการใช้ชุดการสอนเน้นโครงงานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์ (ศึกษาศาสตร์การสอน) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อุดลำนาค.
- ชูชีพ อ่อนโคกลุง. การผลิตชุดการสอนระดับประถมศึกษา กลุ่มเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิต ชั้น ป.3 เรื่องเสียง. ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, 2524.
- เชาณีย์ อะยะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์ (ศึกษาศาสตร์การสอน) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อุดลำนาค.
- โชติ เพชรชื่น. "การสอนและการสอนเพื่อการคิดเป็น," การวัดผลการศึกษา. 17 : 11 - 18 ; กันยายน - ธันวาคม, 2527.
- ทองหล่อ วงษ์อินทร์. ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลในเชิงตรรกศาสตร์ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนที่จบชั้นประถมศึกษาตอนต้นปีการศึกษา 2514. ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์ (ศึกษาศาสตร์การสอน) มหาวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517. อุดลำนาค.
- ทัศนีย์ บุญเต็ม. "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วิทยาศาสตร์ 37(1) : 32 - 33 ; มกราคม, 2526.

- อํารงศักดิ์ หนึ่งจักร. "สอนให้คิดสร้างสรรค์," ประชาศึกษา. 32(10) : 12 - 15 ; มิถุนายน, 2524.
- นฤมล ยุตาคม. อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.
- นิพนธ์ จิตต์ภักดี. "การสอนแบบสร้างสรรค์," ประชาศึกษา. 34 : 19 - 21 ; มิถุนายน, 2523.
- ✓นิพนธ์ ศุภปริดี. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนต, 2525.
- นิรมล ศตวุฒิ. "ชุดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคลน่าจะมีบทบาทในมหาวิทยาลัยดลาดวิชา," รวมคำแหง. กรุงเทพฯ : 1 : 138 - 145 ; พฤษภาคม, 2526.
- บุญลือ ทองอยู่. "ความคิดสร้างสรรค์," มิตรครู. 20(7) : 15 - 18 ; เมษายน, 2521.
- บุญเลิศ เสียงสุขสันติ. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนปกติ. ปรินฎานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- บุญเหลือ ทองเอี่ยม. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนทางการเรียนรู้ในวิชาการใช้สื่อการสอน (AV 353) โดยให้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2527.
- ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.
- ✓ประพนธ์ อ่อนไสว. ผลการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบสสพ. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินฎานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- ประทุม ทองพูน. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร พ.ศ.2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : จงเจริญการพิมพ์, 2524.

ประหยัด จันทรขมภู และประสพลันต์ อักษรมัต. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2518.

ปราณีthy แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

✓เปรื่อง กุมุท. เทคนิคการเขียนบทเรียนโปรแกรม. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.

✓พจนาลังวรรณกิจ. การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียน
ด้วยตนเอง. คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
อัดสำเนา.

พัชรี พลาวงค์. "การเรียนด้วยตนเอง," วารสารรวมคำแหง. ปีที่ 1 ฉบับพิเศษ
"พัฒนาบุคลากร" 2526.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. คณะอนุกรรมการ
พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

_____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. 2525. อัดสำเนา.

_____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. 2525. อัดสำเนา.

มันทนา จงสุขสันตกุล. ปัญหาของครูสอนวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้น โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

วรรณดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์, 2525.

วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

✓ วีระ ไทยพานิช. 57 วิธีสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, 2529.

ลัดดา สุขปรีดี. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนต, 2523.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
บริษัท ศึกษาพร, 2531.

สมจิต สมัตถพันธ์. "สอนอย่างไรจึงจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน" ครู. 4(3) :
61 - 63 ; ธันวาคม, 2522.

สมจิต สวณโพนุลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป. อัดสำเนา.

_____. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

_____. สมรรถภาพการสอนของครู. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

สมสุข อีระหิจิตร. "ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์," ใน เอกสาร
การสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8 - 15. หน้า 5 สาขาวิชา
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.

สมใจ อ่องสุวรรณ. การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Active Inquiry) ในวิชา
วิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนความคิดสร้างสรรค์และความเกรงใจ.
ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2515.
อัดสำเนา.

สามัญศึกษา, กรม. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษา
นิเทศก์, 2526.

_____. หน่วยศึกษานิเทศก์ การมัธยมศึกษา กับสังคมไทยในอนาคต เอกสารการสัมมนา
วิชาการลำดับที่ 3. กรุงเทพฯ, 2529.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
2527.

สุปรียา ลำเจียก. สัมพันธภาพระหว่างระดับสติปัญญาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

สุวัณห์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช,
2517.

_____. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 2.
เจเนอรัลปิกส์ เซนเตอร์ จำกัด, 2531.

อนันต์ จันทร์กวี. "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้ปรัชาญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,"
วิทยาการ. 7(2) : 3 - 10 ; พฤษภาคม - สิงหาคม, 2525.

อรพินธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. พื้นฐานทางเทคโนโลยีในการศึกษา. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน. 2526.

อารายา แสงไชย. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบ
สืบเสาะ โดยการจัดกิจกรรมทางการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
อัดสำเนา.

อารี รังลิ้นท์. รวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก. คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

✓ อุทัย บุญมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และตามคู่มือครู สสวท.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
อัดสำเนา.

✓ อุษา คำประกอบ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้
ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

American Association for the Advancement of Science. Science A Process Approach Company for Teacher. Washington D.C., AAAS, 1970.

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

Butzow, John W. "The Process Learning Component of Introductory Physical Science : A Pilot Study," Research in Education. 6(10) : 86 ; October, 1971.

✓ Bloom, Benjamin S. Human Characteristics and School Learning. New York : McGraw - Hill Book Company, 1976.

David, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 : 4164-A ; January, 1979.

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

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

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

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

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

✓ Duann^e, James E. Individualized Instructional Programmed and Material. Englewood Cliffs, New Jersey : Educational, Technology Publication, 1973.

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

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

✓ Houston, W. Robert and others. Developing Instruction Modules, A Modular System for Writing Modules. College of Education Texas : University of Houston, 1972.

- ✓ Kapfer, Philip and Kapfer, Miriam. "Introduction to Learning Package," Learning Packages in American Education. New Jersey : Education Technology Publications, Englewood Cliffs, 1972.
- Kolebas, Patricia. "The Effecton the Intelligence, Reading Mathematics and Interest in Science Level of Third Grade Students Who Have Participated in Science - A Process Approach Science First Entering School," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443-A ; February, 1972.
- Mayer, Bunton and Lorretta Higerken. Introduction to Research in Nursing. Philadephia, J.B. Loppincoott, 1969.
- Mc Candless, Boyd R. Children and Youth : Psychosocial Development. New York Holt, 1973.
- Olarinoye, R.D. "A Comparative Study of Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts Internation. 39(8) : 4848-A ; February, 1978.
- Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introducation to Psychological Research. 4 th ed. New York : John Willy and Son, 1962.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Student Centered Teaching in the Secondary School. Columbus Ohio, A Bell & Howall Co., 1974.
- Stever, Truman J. and Stwood, Ronald K. "Interest Scores as Predictions of Science Process Performance for Junion High Students," Science Education. 62 : 303 - 308 ; 1978.
- ✓ Strickland, W.R. "A Companison of a Programed Course a Traditional Lecture Course in General Biology," Dissertation Abstracts International. 32 : 2510-A ; November, 1971.
- Torrance, E. Paul. Education and the Creative Potential. Minneapolis, The Lund Press, Inc., 1964. 167 p.
- Widden, Marvin Frank. "A Product Evaluation of Science - A Process Approach," Dissertation Abstracts. 32 : 3585 - A, January, 1972.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอาหาร

ข้อที่	PH	PL	P	r	ข้อที่	PH	PL	P	r
1	.59	.33	.46	.27	26	.93	.63	.80	.40
2	.52	.30	.41	.23	27	.70	.48	.59	.23
3	.52	.25	.38	.29	28	.56	.23	.39	.35
4	.84	.66	.75	.23	29	.44	.26	.35	.20
5	.74	.52	.63	.24	30	.85	.41	.64	.47
6	.33	.17	.25	.21	31	.96	.30	.68	.72
7	.70	.30	.50	.40	32	.81	.52	.67	.32
8	.52	.25	.38	.29	33	.85	.44	.66	.45
9	.45	.26	.35	.21	34	.52	.22	.36	.32
10	.28	.14	.21	.20	35	.67	.25	.46	.43
11	.85	.65	.76	.26	36	.44	.25	.34	.21
12	.56	.30	.43	.27	37	.88	.59	.75	.37
13	.34	.17	.25	.22	38	.78	.44	.62	.36
14	.35	.09	.21	.37	39	.85	.67	.76	.21
15	.38	.21	.29	.20	40	.74	.41	.58	.34
16	.85	.33	.60	.53	41	.93	.48	.73	.55
17	.85	.30	.59	.56	42	.41	.22	.31	.22
18	.48	.41	.28	.44	43	.93	.63	.80	.43
19	.74	.56	.65	.20	44	.88	.59	.75	.37
20	.36	.20	.28	.20	45	.81	.64	.73	.21
21	.74	.78	.61	.28	46	.70	.30	.50	.40
22	.52	.19	.35	.36	47	.56	.25	.40	.32
23	.93	.30	.65	.66	48	.93	.56	.77	.49
24	.63	.48	.28	.45	49	.81	.44	.63	.40
25	.93	.56	.77	.49	50	.44	.22	.33	.25

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอาหาร โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน

$$pq = 9.82$$

$$X = 3131$$

$$X^2 = 101,930$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } S^2 &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2} \\ &= \frac{100 (100930) - (3131)^2}{10000} \\ &= \frac{289839}{10000} \\ &= 28.98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r^2 &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\} \\ &= \frac{50}{50-1} \left\{ 1 - \frac{9.82}{28.98} \right\} \\ &= \frac{50}{49} (1 - 0.33) \end{aligned}$$

$$= 1.02 \times 0.67 = 0.68$$

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สูตร Hoyt's ANOVA Procedure

$$\begin{aligned}
 SS_t &= \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n X_{ij}^2 - \frac{T^2}{k_n} \\
 &= (18^2 + 14^2 + 4^2 + \dots + 5^2) - \frac{(1854)^2}{3 \times 100} \\
 &= 11004 - 11457.72 = -453.72
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_k &= \frac{T_1^2}{n_1} - \frac{T^2}{k_n} = \frac{(795^2 + 549^2 + 594^2)}{100} - \frac{(1854)^2}{3 \times 100} \\
 &= 9334.27 - 11457.72 = -2123.45
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_p &= \frac{D_1^2}{k} - \frac{T^2}{k_n} = \frac{53520}{3} - \frac{3437316}{3 \times 100} = 6382.28
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ถ้า } SS_E &= SS_t - SS_k - SS_p \\
 &= (-453.72) - (-2123.45) - (6382.28) = 4712.55
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MS_p &= \frac{SS_p}{n-1} = \frac{6382.28}{100 - 1} = 64.46
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MS_E &= \frac{SS_E}{df_E} = \frac{4712.55}{(100-1)(3-1)} = 23.80
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } r_{tt} &= 1 - \frac{MS_E}{MS_p} = 1 - \frac{23.80}{64.46} = 0.64
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

แผนการสอน

การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203)

บทที่ 1 อาหาร สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน (วิตามินและเกลือแร่)

เวลา 3 คาบ

ความคิดรวบยอด

สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน แต่ร่างกายขาดไม่ได้ คือวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทดสอบวิตามินซีในอาหารบางชนิดได้
2. เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในอาหารที่ทดสอบได้โดยใช้วิตามินซีสังเคราะห์เป็นเกณฑ์
3. กำหนดและควบคุมตัวแปรในการทดลองได้
4. ชี้บ่งแหล่งที่มาของสารอาหารประเภทวิตามินและแร่ธาตุได้
5. อธิบายประโยชน์และโทษของสารอาหารประเภทวิตามินและแร่ธาตุต่อร่างกายได้
6. ออกแบบการทดลอง เพื่อหาปริมาณวิตามินบางชนิดในอาหารได้

เนื้อหา

สารอาหารอีกประเภทหนึ่งที่นักเรียนกินเป็นประจำ เป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแก่
ร่างกาย แต่ร่างกายก็ขาดไม่ได้ สารอาหารประเภทนี้คือวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ในอาหาร
ประเภท พืชผักสีเขียวเข้ม สีส้มเหลืองเข้ม ตับ เนื้อสัตว์ ไข่ นม ถั่วเมล็ดแห้ง และน้ำมันพืชต่าง ๆ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นแนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ครูแนะนำวิธีการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ พร้อมทั้งให้นักเรียนอ่านคำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ถ้านักเรียนมี
ปัญหาหรือสงสัยในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้ครูผู้ควบคุมการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองอธิบาย
ให้นักเรียนเข้าใจก่อนที่จะเริ่มบทเรียน

ขั้นใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ให้นักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น
บูรณาการชุดที่ 3 เรื่องสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน 3 คาบ (150 นาที)

ขั้นสรุป

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองจนจบชุดแล้ว ให้ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย
เพื่อสรุปบทเรียนและปัญหาต่าง ๆ

สื่อการสอน

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองชุดที่ 3 เรื่องสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน
2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองตามกิจกรรมที่ 7.3 อุปกรณ์และสารเคมี
เพิ่มเติม คือ หลอดทดลองขนาดเล็ก 8 หลอด น้ำมะขาม น้ำแดงโม น้ำฝรั่ง

การประเมินผล

ให้นักเรียนตอบคำถามทบทวนในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการชุดที่ 3

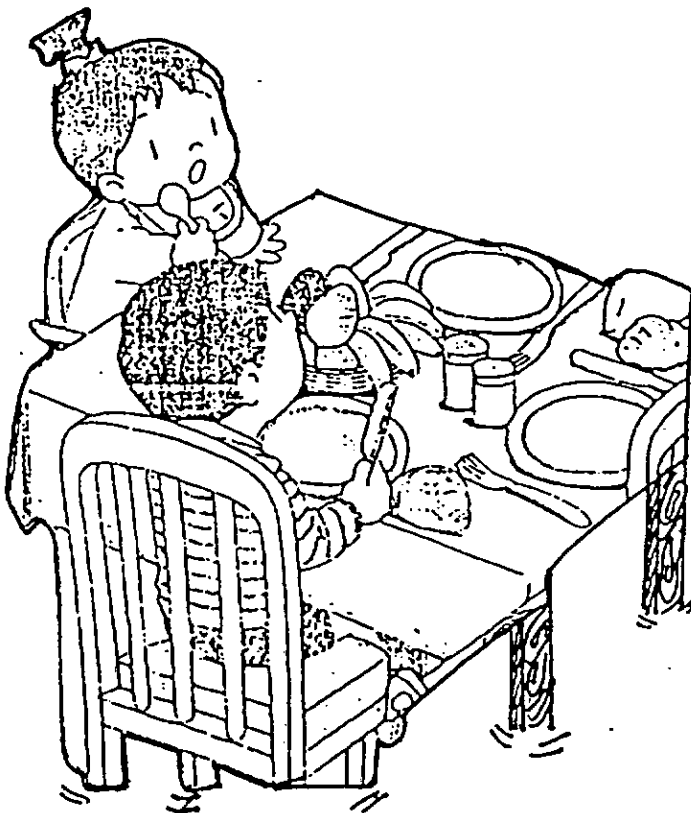
ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชั้นบูรณาการ

.. เรื่อง

สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน..



คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน

แบบเรียนที่นักเรียนจะศึกษาต่อไปนี้เรียกว่า "ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ" เป็นแบบเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้ หากปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. ชุดการเรียนรู้ชุดนี้แบ่งเป็น 4 ตอน
 - ตอนที่ 1 ขึ้นนำเข้าสู่บทเรียน
 - ตอนที่ 2 ขึ้นออกแบบการทดลอง
 - ตอนที่ 3 ขึ้นปฏิบัติการทดลอง
 - ตอนที่ 4 ขึ้นสรุปผลการทดลอง
2. อ่าน ทำความเข้าใจชุดการเรียนรู้ไปตามลำดับ ฝึกคิดและปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในชุดการเรียนรู้ทุกขั้นตอน โดยเขียนตอบลงในช่องว่างสำหรับตอบ
3. เริ่มศึกษาสถานการณ์ปัญหา จากชุดอุปกรณ์การทดลองที่กำหนดให้
4. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในตอนที่ 1 - 4
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละตอนเสร็จ เรียบเรียงให้นักเรียนตรวจคำตอบจากแนวทางในการตอบแต่ละขั้นได้ในหน้าถัดไป
6. นักเรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมที่กำหนดไว้ในชุดการเรียนรู้
7. เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามพบพบนเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษามาจากชุดการเรียนรู้
8. นักเรียนตรวจคำตอบจากแนวทางในการตอบคำถามพบพบนได้ในหน้าถัดไป
9. การดูแนวทางในการตอบก่อนที่จะคิดหาคำตอบด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนไม่ได้รับประโยชน์ และมีความสามารถเพิ่มขึ้นจากการศึกษาโดยใช้ชุดการเรียนรู้นี้เลย

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

เรื่อง
สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

วิตามิน และ แร่ธาตุ

เวลา 3 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาชุดการเรียนรู้แล้วนักเรียนควรมีความสามารถดังนี้

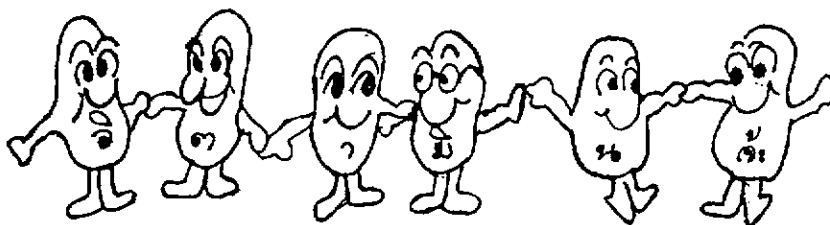
1. ทดสอบวิตามินซีในอาหารบางชนิดได้
2. เปรียบเทียบวิตามินซีในอาหารที่ทดสอบได้โดยใช้วิตามินซีสังเคราะห์เป็นเกณฑ์
3. กำหนดและควบคุมตัวแปรในการทดลองได้
4. ชี้บ่งแหล่งที่มาของสารอาหารประเภทวิตามิน และแร่ธาตุได้
5. อธิบายประโยชน์ และโทษของสารอาหารประเภทวิตามิน และแร่ธาตุต่อร่างกายได้
6. ออกแบบการทดลองเพื่อหาปริมาณวิตามินบางชนิดในอาหารได้



สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

วิตามิน และ แร่ธาตุ

สารอาหารประเภทหนึ่งที่เรากินเป็นประจำ เป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่ร่างกายก็ขาดไม่ได้ สารอาหารประเภทนี้คือ วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ



พวกเราคือ วิตามิน ครี๊บบ เรามีกันมากมายหลายชนิด เราอาศัยอยู่ในอาหารหลายประเภทด้วยนะ ถ้าเพื่อน ๆ อยากรู้จักเราให้มากขึ้นกว่านี้ก็ตามเรามาสิ ครี๊บบ !

วิตามิน (2 คาบ) การทดสอบวิตามินซี

สถานการณ์ที่เป็นชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

ต่อไปนี้ให้นักเรียน ศึกษาชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และปฏิบัติตามกิจกรรมตามชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งสังเกตผลที่เกิดขึ้น

ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

หลอดทดลองขนาดเล็ก 1 หลอด หลอดหยดสาร 2 หลอด

การใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

1. นำหลอดทดลองขนาดเล็ก 1 หลอด บรรจุน้ำแบ่งสุก 1 cm^3
2. หยดสารละลายไอโอดีนลงในหลอดน้ำแบ่ง 1 หยด
3. หยดสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 0.01 % ลงในหลอดทดลอง

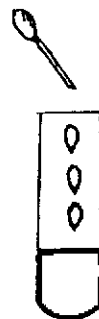
จากข้อ 2. ดังรูป สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีน้ำแบ่งที่ผสมสารละลายไอโอดีน

สารละลายไอโอดีน



น้ำแบ่ง

สารละลายวิตามินซี



น้ำแบ่งผสมสารละลายไอโอดีน

ตอนที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

จากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เพ็ญ ๆ คิดว่าเกิดปัญหาอะไร
ขึ้นบ้าง ให้ช่วยระบุปัญหาให้มากที่สุด โดยเขียนในรูปประโยคคำถาม

.....

.....

.....

.....

2. หาเหตุผลที่เป็นไปได้

ให้นักเรียนฝึกเขียนเหตุผลที่คิดว่าเป็นไปได้จากปัญหาที่พบมา อย่างน้อยที่สุด 2 ข้อ
(พยายามเขียนให้ได้มากที่สุด)

.....

.....

.....

.....

3. ตั้งสมมุติฐาน

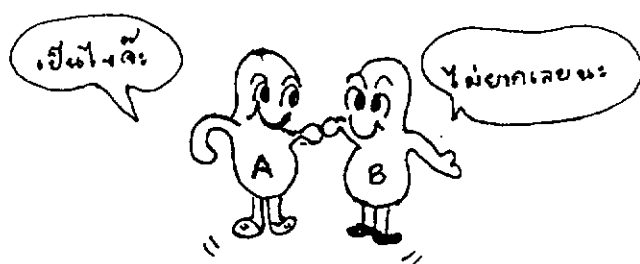
ให้นักเรียนฝึกเขียนสมมุติฐานจากปัญหาและเหตุผลที่ระบุมารแล้วข้างต้น โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค "ถ้า...แล้ว..." และสมมุติฐานนั้น ๆ ควรสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....



แนวทางในการตอบตอนที่ 1 ขึ้นมาเข้าสู่บทเรียน

ไอ้โฮ นักเรียน เก่งจัง ระบุปัญหา เหตุผล และตั้งสมมติฐานกันได้หลาย ๆ ข้อ ทีนี้ เราลองมาดูแนวทางในการตอบกันดีกว่านะว่าเหมือนหรือใกล้เคียงเพียงใด ถึงแม้ว่าคำตอบของ นักเรียนจะแตกต่างออกไป ถ้ามีความสมเหตุสมผลก็ไม่ถือว่าผิดจะ

1. ระบุปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

- ทำไมหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแป้งแล้วน้ำแป้ง เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
- ทำไมเมื่อหยดสารละลายวิตามินซีลงในน้ำแป้งที่ผสมสารละลายไอโอดีนสีของน้ำแป้ง จะจางลง
- ทำไมต้องใช้ น้ำแข็งผสมสารละลายไอโอดีน และต้องหยดสารละลายวิตามินซีลงไป

2. เหตุผลที่เป็นไปได้

- เพราะสารละลายไอโอดีนใช้ตรวจสอบแป้งในอาหาร
- เพราะวิตามินซีทำให้สีของน้ำแป้งที่ผสมสารละลายไอโอดีนจางลง
- เพราะน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนใช้ตรวจสอบวิตามินซี

3. สมมติฐาน

- ถ้าหยดสารละลายไอโอดีนลงในอาหารที่มีแป้งแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
- ถ้าอาหารมีวิตามินซีแล้วสีของน้ำแป้งที่ผสมสารละลายไอโอดีนจะจางลง
- ถ้าน้ำแป้งที่ผสมสารละลายไอโอดีนใช้ตรวจสอบวิตามินซีแล้วเมื่อหยดสารอาหารที่มีวิตามินซีลงไปสีของน้ำแป้งจะจางลง

ตอนที่ 2 ขั้นตอนการทดลอง

นักเรียนคงตั้งสมมติฐานออกมาในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป และถ้ามีบางคนตั้งสมมติฐานว่า

"ถ้าน้ำผลไม้มีวิตามินซีแล้วจะทำให้สีของน้ำแป้งที่ผสมสารละลายไอโอดีนจางไป" นักเรียนคิดว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นจะถูกต้องหรือไม่ เรามาตรวจสอบด้วยการทดลองโดยทำตามลำดับดังนี้

1. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

สารละลายไอโอดีน

.....

น้ำแป้งสุก

.....

น้ำผลไม้

.....

การจางของน้ำแป้งที่ผสมสารละลายไอโอดีน

.....

2. กำหนดและควบคุมตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ

ตัวแปรตาม คือ

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

.....

.....

แนวทางในการตอบตอนที่ 2 ขึ้นอยู่กับแบบการทดลอง นักเรียนลองตรวจสอบดูว่า เหมือนกับคำตอบของนักเรียนหรือไม่?คะ

1. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

1. สารละลายไอโอดีน หมายถึง สารละลายที่ประกอบด้วย ไอโอดีน 2 กรัม โบตัสเซียมไอโอไดต์ 4 กรัม ละลายในน้ำ 100 cm^3
2. น้ำแป้งสุก หมายถึง สารละลายที่ประกอบด้วย แป้งมัน 1 ช้อนเบอร์ 1 ละลายในน้ำ 100 cm^3 แล้วทำให้สุกโดยการต้ม
3. น้ำผลไม้ หมายถึง น้ำที่ได้จากการคั้นผลไม้ชนิดต่าง ๆ ตามที่เลือกไว้ 5 ชนิด เช่น ส้ม มะนาว มะขาม แตงโม ฝรั่ง
4. การจางของน้ำแป้งที่ผสมสารละลายไอโอดีนหมายถึง การเปลี่ยนสีจากสีน้ำเงิน เป็นสีของน้ำผลไม้ที่หยดลงไป



2. กำหนดและควบคุมตัวแปร

- ตัวแปรต้นคือ สารละลายวิตามินซี 0.01% น้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ ที่เลือกใช้ 5 ชนิด
- ตัวแปรตามคือ สีของน้ำแป้งที่ผสมสารละลายไอโอดีน
- ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ น้ำแป้ง สารละลายไอโอดีน

จากอุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้เลือกน้ำผลไม้เพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้
5 ชนิด (ให้วงกลมล้อมรอบหัวข้อที่ต้องการ) และออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานตาม
แนวคิดของตนเอง

- | | | |
|------------------------|---------------|----------------------------|
| 1. สารละลายไอโอดีน 1 % | 2. น้ำแป้งสุก | 3. สารละลายวิตามินซี 0.01% |
| 4. น้ำส้ม | 5. น้ำมะนาว | 6. น้ำมะขาม |
| 7. น้ำมะเขือเทศ | 8. น้ำสับปะรด | 9. น้ำแดงโม |
| 10. น้ำมะละกอสุก | 11. น้ำฝรั่ง | 12. หลอดทดลองขนาดกลาง |
| 13. หลอดหยดสาร | 14. หลอดฉีดยา | |

ให้เขียนระบุขั้นตอนในการทดลองอย่างละเอียด

ขั้นตอนในการทดลอง

1.
-
2.
-
3.
-
4.
-
5.
-

นักเรียนคงจะออกแบบการทดลองกันมาหลาย ๆ แบบ

วิธีการทดลองที่นักเรียนออกแบบไว้ ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับวิธีทดลองนี้ แต่อย่าลืมว่า
ต้องนำมาทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานเดียวกันได้นะ

3. ออกแบบการทดลอง

1. ใส่ น้ำแข็ง สุก ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 6 หลอด หลอดละ 2 cm^3
2. หยดสารละลายไฮโดรเจนคลอไรด์ ลงในหลอดทั้ง 6 หลอดละ 1 หยด สังเกตการ

เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

3. หยดสารละลายวิตามินซี 0.01 % ลงในหลอดที่ 1 จนกระทั่งสารละลายน้ำแข็ง
ไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่ นับจำนวนหยดที่ใช้

4. ทดลองซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยนเป็นน้ำผลไม้ที่เลือกไว้ทั้ง 5 ชนิด โดยใส่ลงในหลอดที่
2,3,4,5 และ 6 ตามลำดับ นับจำนวนหยดที่ใช้

ตอนที่ 3 ขั้นทดลอง

1. ปฏิบัติการทดลอง

นักเรียนคงอยากทราบว่าผลการทดลองนี้เป็นอย่างไร เป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ ซึ่งจะตรวจสอบได้โดยปฏิบัติตามกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ให้นำแบ่งกลุ่มกันกลุ่มละ 6 คน และตกลงเกี่ยวกับอุปกรณ์สารเคมี และวิธีการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้
2. ให้นำเบีกอุปกรณ์ และสารเคมีจากครูผู้สอนตามรายการที่ได้ตกลงกันในกลุ่ม
3. แต่ละกลุ่มทำการทดลองตามที่ออกแบบไว้

ปฏิบัติการทดลอง



2. บันทึกผลการทดลอง

เมื่อนักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้เรียบร้อยแล้วให้เสนอข้อมูล

ที่ได้จากการทดลอง ในรูปแบบที่คิดว่าง่ายต่อการเข้าใจ

บันทึกผลการทดลอง[illegible]

แนวทางในการตอบตอนที่ 3 ขึ้นทดลอง

2. บันทึกผลการทดลอง

การนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง อาจจะเสนอในรูปแบบการบรรยายการใช้ ตารางกราฟ ฯลฯ แต่สำหรับข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ นำเสนอในรูปแบบตาราง

สารละลาย	จำนวนหยดของสารละลาย
วิตามินซี 0.01 %	7
น้ำส้ม	11
น้ำมะนาว	17
น้ำมะขาม	12
น้ำมะเขือเทศ	5
น้ำมะละกอสุก	9
น้ำสับปะรด	82
น้ำแตงโม	90
น้ำฝรั่ง	4



ตอนที่ 4 ขึ้นสรุปผลการทดลอง

1. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองนี้ นักเรียน จะเห็นได้ว่า น้ำแป้งสุกที่หยดสารละลายไอโอดีนลงไป จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แต่เมื่อหยดสารละลายวิตามินซีที่มีความเข้มข้น 0.01 % หรือน้ำผลไม้ลงไป น้ำแป้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แต่จำนวนหยดของน้ำผลไม้ในการทำให้แป้งเปลี่ยนสีนั้นไม่เท่ากัน

ดังนั้นเราจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร

1. ผลไม้ต่าง ๆ มีวิตามินซีหรือไม่ น้ำผลไม้ที่มีวิตามินซีมากที่สุดจากการทดลองนี้คือผลไม้ชนิดใด รองลงมาคือผลไม้ชนิดใด น้อยที่สุดคือผลไม้ชนิดใด
2. วิตามินซีมีวิธีทดสอบอย่างง่าย ๆ ได้อย่างไร
3. ถ้าต้องการเปรียบเทียบปริมาณของวิตามินซีในสารต่าง ๆ เราสามารถทำได้โดยวิธีใด
4. เพื่อน ๆ คิดว่านอกจากผลไม้แล้ว วิตามินซียังมีอยู่ในอาหารประเภทใดอีกบ้าง
5. นอกจากวิตามินซีแล้วเพื่อน ๆ รู้จักวิตามินชนิดใดบ้าง และวิตามินเหล่านี้มีอยู่ในอาหารประเภทใดบ้าง

แนวทางในการตอบตอนที่ 4 . ขั้นสรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

1. มี ฝรั่ง มะเขือเทศ มะละกอสุก
2. หยดสารอาหารที่สงสัยว่าจะมีวิตามินซีลงในน้ำแป้งที่ผสมสารละลายไอโอดีน

จนกระทั่งน้ำแป้งที่ผสมสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนสี

3. นับจำนวนหยดของสารที่มีวิตามินซีในอาหารต่าง ๆ เปรียบเทียบกัน
4. ผัก เนื้อสัตว์ ไข่ นม ฯลฯ
5. เอ ดี อี เค บี 1 บี 2 บี 6 บี 12

ผัก ผลไม้ ข้าวซ้อมมือ ตับ เนื้อสัตว์ ไข่ นม ถั่ว ฯลฯ



ความรู้เพิ่มเติมด้านเนื้อหา

ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมไปตามลำดับนะคะ เริ่มเลยคะ

ตาราง 1 แสดงแหล่งอาหารที่ให้วิตามิน ประโยชน์และอาการที่ขาดวิตามิน

วิตามิน	แหล่งอาหาร	ประโยชน์	อาการเมื่อขาดวิตามิน
<u>ละลายไขมัน</u> เอ	ตับ ไข่แดง นม ผักและผลไม้	ช่วยบำรุงสายตา รักษา สุขภาพของผิวหนัง	ไม่สามารถมองเห็นได้ ในที่สลัว นัยน์ตาแห้ง หรือตา อักเสบ มีการเปลี่ยนแปลง ของเนื้อตาขาวและตาดำ ผิวหนังแห้ง
ดี	นม ไข่ ตับ น้ำมันตับปลา	ช่วยให้ร่างกายดูดซึม ธาตุแคลเซียมและ ฟอสฟอรัส เพื่อสร้าง กระดูก	เป็นโรคกระดูกอ่อน
อี	ผักสีเขียวและ ไขมันจากพืช เช่น ข้าวโพด ถั่วลิสง มะพร้าว	ทำให้เม็ดเลือดแดง แข็งแรง ไม่เป็นหมัน	เป็นหมัน อาจทำให้แท้งได้ ทำให้เกิดโรคโลหิตจางใน เด็กชายอายุ 6 เดือนถึง 2 ขวบ
เค	ผักและตับ	ช่วยให้เลือดเป็นลิ่มเร็ว	เลือดเป็นลิ่มช้า

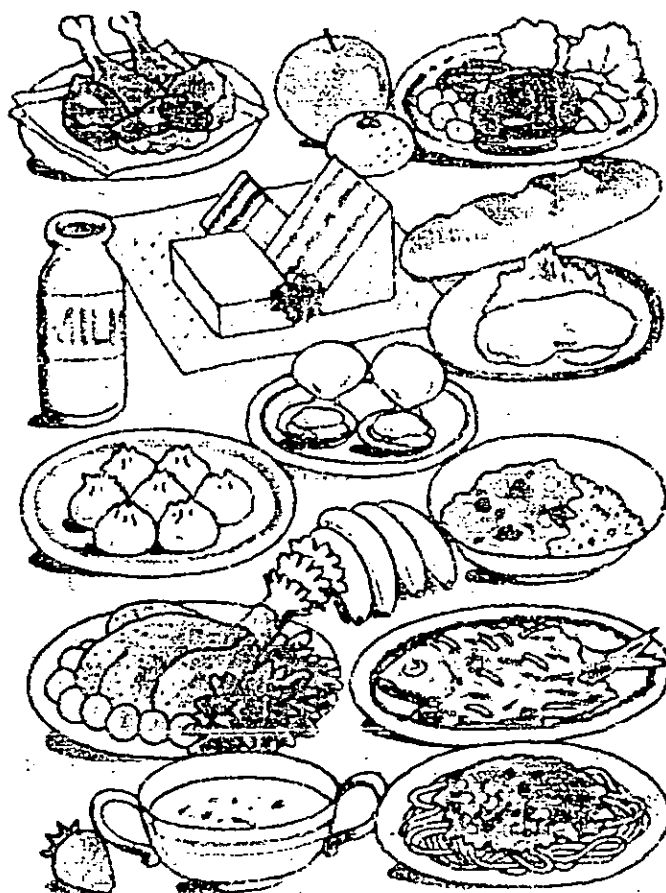
ตาราง 1 (ต่อ)

วิตามิน	แหล่งอาหาร	ประโยชน์	อาการเมื่อขาดวิตามิน
<u>ละลายในน้ำ</u>			
บี 1	ข้าวซ้อมมือ ตับ ถั่ว ไข่ มันเทศ	ช่วยบำรุงระบบประสาท และการทำงานของหัวใจ	เป็นโรคเหน็บชา เบื่ออาหาร ไม่มีแรง การเจริญเติบโตหยุดชะงัก
บี 2	ไข่ นม เนื้อ ปลา ถั่ว	ช่วยให้การเจริญเติบโต เป็นไปอย่างปกติ ทำให้ ผิวหนัง ลื่น ตา มีสุขภาพ ดี แข็งแรง	โรคปากนกกระจอก ผิวหนังแห้งและแตก ลิ้นอักเสบ
บี 6	ตับ นม ถั่วลิสง ถั่วเหลือง เนื้อ	ช่วยการทำงานของระบบ ย่อยอาหาร และบำรุง ผิวหนัง	มีอาการบวม คันตาม ผิวหนัง ผื่นร่วง ปวดตาม มือตามเท้า ประสาทเสื่อม
บี 12	ตับ ไข่ เนื้อปลา	จำเป็นสำหรับสร้างโลหิต แดง ช่วยให้การเจริญ เติบโตในเด็กเป็นไป อย่างปกติ	โลหิตจาง เจ็บลิ้น เจ็บปาก เส้นประสาท ไขสันหลังเสื่อมสภาพ

ตาราง 1 (ต่อ)

วิตามิน	แหล่งอาหาร	ประโยชน์	อาการเมื่อขาดวิตามิน
ซี	ผลไม้จำพวกส้ม มะละกอ กะหล่ำปลี มะเขือเทศ	ช่วยรักษาสภาพของฟัน และเหงือก ทำให้หลอดเลือด แข็งแรง ร่างกาย แข็งแรง และมีความ ต้านทานโรค	เลือดออกตามไรฟัน เส้น เลือดฝอยเปราะ เป็นหวัด ได้ง่าย

วิตามิน เป็นสารอาหารที่ช่วยในการควบคุมให้อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายทำหน้าที่ได้ตามปกติ นอกจากนั้นวิตามินยังช่วยบำรุงผิวพรรณ ผม เหนียงและตา ช่วยสร้างความเจริญเติบโต และเพิ่มความต้านทานโรคด้วย อาหารที่ให้วิตามินได้แก่ พืชผักสีเขียว สีเหลืองเข้ม ดับ เนื้อสัตว์ ไข่ นม ถั่วเมล็ดแห้ง และน้ำมันพืชต่าง ๆ



แวะอ่านลึกลงไปอีก

วิตามินเอในพืช ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารชนิดหนึ่งที่เรียกว่า แครอทิน (Carotene) พบมากในส่วนของพืชที่มีสีเหลืองและสีเขียว ร่างกายของเราจะเปลี่ยนแครอทินให้เป็นวิตามินเอ โดยลำไส้เล็กจะ

หลังจากปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้เสร็จแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามทบทวน เพื่อเป็นการทบทวน เรื่องที่ได้ศึกษาผ่านมานะคะ

คำถามทบทวน

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยวงกลมล้อมรอบหัวข้อ ที่คิดว่าถูกต้อง

1. ถ้าต้องการตรวจสอบวิตามินซีในน้ำผลไม้ นักเรียนจะใช้สารในข้อใดเพื่อตรวจสอบ
 - ก. น้ำแป้ง
 - ข. สารละลายไอโอดีน
 - ค. สารละลายวิตามินซีสังเคราะห์
 - ง. น้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน
 - จ. น้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนและวิตามินซีสังเคราะห์
2. เราสามารถเปรียบเทียบวิตามินซีในน้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ โดยใช้สิ่งใดเป็นเกณฑ์
 - ก. น้ำส้ม
 - ข. น้ำมะนาว
 - ค. น้ำมะขาม
 - ง. น้ำมะขือเทศ
 - จ. วิตามินซีสังเคราะห์



จากตารางต่อไปนี้เป็นการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ

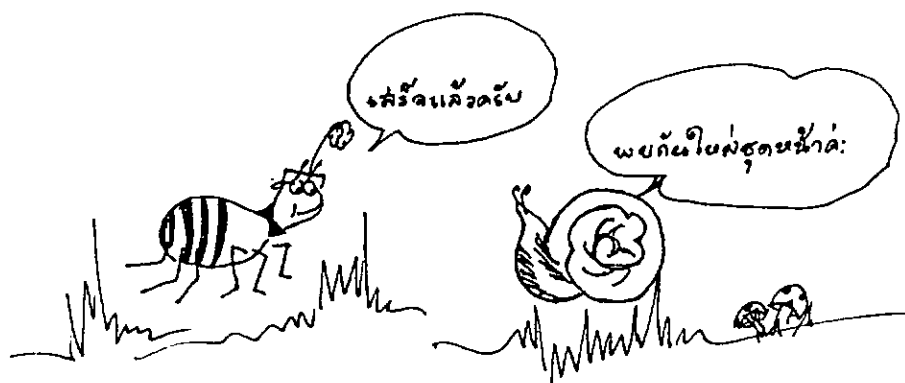
สารละลาย	จำนวนหยดของสารละลาย
น้ำผลไม้ เอ	8
น้ำผลไม้ บี	15
น้ำผลไม้ ซี	13
น้ำผลไม้ ดี	1
น้ำผลไม้ อี	21

จากตารางใช้ตอบคำถามข้อ 3 และ 4

3. น้ำผลไม้ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด และน้อยที่สุด
 - ก. บี และ ซี
 - ข. ซี และ ดี
 - ค. ดี และ บี
 - ง. เอ และ บี
 - จ. ดี และ เอ
4. ใช้สิ่งใดเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้จากตาราง
 - ก. จำนวนหยดของน้ำแข็ง
 - ข. จำนวนหยดของน้ำผลไม้
 - ค. จำนวนหยดของสารละลายไฮโอติน
 - ง. จำนวนหยดของน้ำผลไม้ และน้ำแข็ง
 - จ. จำนวนหยดของน้ำแข็ง และสารละลายไฮโอติน

5. ต่อบนข้อความใดถูกต้องที่สุด
 - ก. ผักทุกชนิดมีวิตามินซี
 - ข. อาหารทุกชนิดมีวิตามินซี
 - ค. ผลไม้ทุกชนิดมีวิตามินซีเท่ากัน
 - ง. ผักและผลไม้ส่วนใหญ่มีวิตามินซี
 - จ. ผักและผลไม้ทุกชนิดมีวิตามินซีเท่ากัน
6. ในการทดลองนี้นักเรียนจะต้องควบคุมสิ่งใดให้เท่ากันบ้าง
 - ก. ชนิดของผลไม้
 - ข. จำนวนหยดของน้ำผลไม้
 - ค. วิตามินซีในน้ำผลไม้
 - ง. จำนวนหยดของวิตามินซีสังเคราะห์
 - จ. จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน และปริมาณของน้ำแป้ง
7. นักเรียนสามารถแบ่งวิตามินออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง
 - ก. ละลายในน้ำ
 - ข. ละลายในไขมัน
 - ค. ละลายในไขมัน
 - ง. ละลายในน้ำและไขมัน
 - จ. ละลายในน้ำและละลายในไขมัน
8. สมชายเป็นหวัดบ่อยมาก นักเรียนจะแนะนำให้สมชายรับประทานอาหารชนิดใดเพื่อช่วยให้สมชายหายได้เร็วขึ้น
 - ก. ตับ ไข่ น้ำมันหมู
 - ข. ข้าวโพด ส้ม เนื้อ
 - ค. มะพร้าว ข้าวโพด น้ำมันพืช
 - ง. ถั่ว ผักใบเขียว น้ำมันตับปลา
 - จ. มะละกอ มะเขือเทศ กะหล่ำปลี

9. สมศรีเป็นคนตัวเล็ก ไม่ชอบรับประทานอาหาร และมักขาดนมมือและเท้า นักเรียนจะแนะนำ
ให้สมศรีรับประทานอะไรเพื่อให้เธอแข็งแรงขึ้น
- นม มันเทศ ถั่วลิสง
 - ข้าวซ้อมมือ ตับ ไข่
 - เนื้อปลา มะละกอ ตับ
 - ผักใบสีเขียว กะหล่ำปลี นม
 - น้ำมันตับปลา ข้าวโพด มะพร้าว
10. การกินอาหารให้ถูกสัดส่วน หมายถึงอะไร
- กินจนกว่าจะอิ่ม
 - กินตามใจชอบ ชอบอะไรก็กินชนิดนั้น
 - กินแต่ผักและผลไม้ เพราะมีวิตามินและแร่ธาตุมาก
 - จะต้องกินให้ได้สารอาหารครบ ปริมาณมากที่สุดเท่าที่จะกินได้
 - จะต้องกินให้ได้สารอาหารครบ ปริมาณพอเพียง และเหมาะกับเพศ วัย



แนวทางในการตอบคำถามทบทวน

1. ง
2. จ
3. ค
4. ข
5. ง
6. จ
7. ง
8. จ
9. ข
10. จ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203) บทที่ 1 เรื่อง อาหาร

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 50 ข้อ เวลา 50 นาที นักเรียนควรทำให้ครบทุกข้อ
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมายในช่อง ก ข ค ง หรือ จ ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงช่องเดียวในแต่ละข้อ
3. ถ้าหากนักเรียนต้องการเปลี่ยนเครื่องหมาย X ที่นักเรียนได้ใส่เอาไว้แล้ว ก็ให้ขีดฆ่าเครื่องหมาย X เดิมทิ้งเสียก่อนเป็น X แล้วทำเครื่องหมาย X ในช่องที่นักเรียนเลือกใหม่
4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมายหรือเขียนตัวอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อผู้ควบคุมการสอบบอกว่าหมดเวลา ให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

1. สารคู่ใดเมื่อทดสอบกับไข่ขาว แล้วได้สีม่วง
 - ก. คอปเปอร์ซัลเฟต โซเดียมคลอไรด์
 - ข. คอปเปอร์ซัลเฟต คัลเซียมคลอไรด์
 - ค. คอปเปอร์ซัลเฟต โซเดียมไฮดรอกไซด์
 - ง. คัลเซียมคลอไรด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์
 - จ. คัลเซียมคลอไรด์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์
2. ในการใช้สารละลายเบเนดิกต์ ทดสอบอาหารต่อไปนี้ หลอดใดจะได้ตะกอนสีส้ม

หลอดที่ 1 ใส่กลูโคส

หลอดที่ 2 ใส่น้ำตาลทราย

หลอดที่ 3 ใส่ปลาหมึก น้ำแป้ง

หลอดที่ 4 ใส่น้ำแป้งสุก น้ำนม

 - ก. หลอดที่ 1 และ 2
 - ข. หลอดที่ 2 และ 3
 - ค. หลอดที่ 1 และ 3
 - ง. หลอดที่ 2 และ 4
 - จ. หลอดที่ 1 และ 4
3. ถ้าทดสอบอาหารชนิดหนึ่งด้วยสารละลายไอโอดีนแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าเป็นอาหารประเภทใด
 - ก. ไขมัน
 - ข. วิตามิน
 - ค. เกลือแร่
 - ง. โปรตีน
 - จ. คาร์โบไฮเดรต

4. สมศรีนำน้ำกะทิมาทดสอบโดยดูกับกระดาษแล้วทำให้กระดาษโปร่งแสง แสดงว่าน้ำกะทิมีสารใดเป็นองค์ประกอบ
 - ก. ไขมัน
 - ข. วิตามิน
 - ค. เกลือแร่
 - ง. โปรตีน
 - จ. คาร์โบไฮเดรต
5. ถ้าต้องการทราบว่าเป็นโรคเบาหวานหรือไม่จะต้องนำน้ำตาลสวามาทดสอบกับสารใด
 - ก. ชัลฟูริก
 - ข. ไอโอดีน
 - ค. เบเนดิกต์
 - ง. คอปเปอร์ซัลเฟต
 - จ. โซเดียมไฮดรอกไซด์
6. อาหารข้อใดต่อไปนี้จัดไว้ในประเภทเดียวกันตามองค์ประกอบทางเคมี
 - ก. โดนม น้ำขิง เนยสด
 - ข. ขนมปัง น้ำผึ้ง ผีอกต้ม
 - ค. ขนมชั้น น้ำส้ม ทุเรียนกวน
 - ง. ทองม้วน น้ำกะทิ เมล็ดเลียง
 - จ. ขนมครก น้ำมะพร้าว มันเชื่อม
7. สารอาหารต่อไปนี้ข้อใดที่ให้พลังงานทั้งหมด
 - ก. วิตามิน แร่ธาตุ น้ำ
 - ข. แร่ธาตุ โปรตีน ไขมัน
 - ค. ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต
 - ง. แร่ธาตุ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต
 - จ. โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน

8. จากคำโฆษณาอาหารอย่างหนึ่งที่ว่า "ดื่มแล้วร่างกายแข็งแรง สมบูรณ์" แสดงว่าในอาหารนั้นควรมีสารใดเป็นองค์ประกอบ
 - ก. ไนโตรเจน
 - ข. โปรตีน
 - ค. วิตามิน
 - ง. เกลือแร่
 - จ. คาร์โบไฮเดรต
9. เมื่อร่างกายอ่อนเพลีย ถ้าต้องการให้ได้พลังงานเร็วที่สุด ควรดื่มอะไร
 - ก. น้ำผึ้ง
 - ข. น้ำอ้อย
 - ค. น้ำตาลสด
 - ง. น้ำอัดลม
 - จ. เมล่อนหวาน
10. "เมล่อนหวาน" ห้ามใช้เลี้ยงทารก เพราะขาดสารอาหารประเภทใด
 - ก. ไนโตรเจน
 - ข. โปรตีน
 - ค. วิตามิน
 - ง. เกลือแร่
 - จ. คาร์โบไฮเดรต
11. นักเรียนคิดว่า การที่คนในประเทศแถบยุโรปและอเมริกา นิยมรับประทาน อาหารประเภทนม เนย และอาหารที่มีไขมันมาก เนื่องจากเหตุผลข้อใด
 - ก. ทำให้ร่างกายสูงใหญ่
 - ข. ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต
 - ค. ทำให้ร่างกายแข็งแรง ป้องกันโรคได้
 - ง. ทำให้ร่างกายอบอุ่น ต่อสู้กับความหนาวได้
 - จ. ป้องกันโรคที่เป็นกันมากในแถบยุโรปและอเมริกา

12. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด
- จูล หมายถึง หน่วยวัดพลังงานความร้อนทั่วไป
 - แคลอรี หมายถึง หน่วยวัดพลังงานความร้อนทั่วไป
 - แคลอรี และ จูล เป็นหน่วยวัดพลังงานความร้อนทั่วไป
 - จูล หมายถึง หน่วยวัดพลังงานความร้อนที่ได้จากอาหาร
 - แคลอรี หมายถึง หน่วยวัดพลังงานความร้อนที่วัดได้จากอาหาร
13. ต้มน้ำ 50 กรัม อุณหภูมิเดิม 20 องศาเซลเซียส จนอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 70 องศาเซลเซียส จูลใช้พลังงานกี่กิโลแคลอรี
- 1
 - 2
 - 2.5
 - 3.5
 - 5.5
14. จากโจทย์ในข้อ 13 เทียบได้กับพลังงานความร้อนกี่จูล
- 4,200
 - 10,500
 - 14,700
 - 21,000
 - 35,000
15. ถ้าถ้วยลิสง 3 เมล็ด ให้พลังงานความร้อน 6000 แคลอรี อยากทราบว่า ถ้วยลิสง 1 เมล็ด จะทำให้น้ำ 50 กรัม อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เปลี่ยนเป็นน้ำที่อุณหภูมิกี่องศาเซลเซียส
- 30
 - 40
 - 50
 - 60
 - 70

คำชี้แจง ให้ใช้ตารางแสดงผลการทดสอบวิตามินซี ในสารต่าง ๆ ตอบคำถามข้อ 16 - 17

สารละลาย	จำนวนหยดของสารละลาย
วิตามินซี 0.01%	10
มะนาว	13
ส้ม	2
สับปะรด	18
แตงโม	4
มะขาม	50

16. ผลไม้ใดที่มีวิตามินซีน้อยที่สุด

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

17. ผลไม้ใดมีวิตามินซีมากกว่า 0.01 %

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

18. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของวิตามิน
- ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอในร่างกาย
 - ให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย
 - ทำให้ร่างกายเจริญเติบโตและแข็งแรง
 - ควบคุมการทำงานของอวัยวะในร่างกาย
 - เป็นสารจำเป็นอย่างยิ่งต่อสุขภาพของสัตว์
19. ข้อใดมีความสัมพันธ์กันมากที่สุดกับโภชนาการ
- เหล็ก - โลหิตจาง
 - โปตัสเซียม - โรคหั่นผุ
 - แคลเซียม - โรคเบาหวาน
 - ไอโอดีน - โรคกระดูกอ่อน
 - ฟอสฟอรัส - โรคเลือดไหลไม่หยุด
20. ถ้าต้องการป้องกันหั่นผุ จะเลือกกินอาหารชนิดใดเหมาะสมที่สุด
- ไข่ไก่
 - เนื้อหมู
 - ตับไก่
 - ส้มโอ
 - ถั่วเหลือง
21. อาหารในข้อใดให้วิตามินซีแก่ร่างกายน้อยที่สุด
- แตงไทยสุก
 - แตงกวาอ่อน
 - มะนาวดอง
 - สับปะรดสุก
 - ส้มเขียวหวาน

22. ถ้านักเรียนไม่รับประทานอาหารประเภทไขมันเลย จะทำให้อาหารประเภทใดไม่เกิดประโยชน์แก่ร่างกาย
- ก. ถั่วลิสง
 - ข. พื้ทอง
 - ค. ผักนึ่ง
 - ง. กะหล่ำปลี
 - จ. ข้าวซ้อมมือ

คำชี้แจง ให้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 23 - 24

"เมื่อเผาอาหารชนิดหนึ่งหลังเผาได้สารสีดำมีของเหลวเกาะอยู่ข้างหลอดทดลอง และเกิดก๊าซชนิดหนึ่งซึ่งทำให้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ขุ่น"

23. ก๊าซที่เกิดขึ้นคือก๊าซอะไร
- ก. ออกซิเจน
 - ข. แอมโมเนีย
 - ค. คาร์บอนไดออกไซด์
 - ง. คาร์บอนมอนอกไซด์
 - จ. ไฮโดรเจนคลอไรด์
24. จากการทดลองนี้ สิ่งที่เหลือจากการเผาอาหารเป็นสารสีดำติดอยู่กันหลอดนักเรียนคิดว่าเป็นสารชนิดใด
- ก. คาร์บอน
 - ข. ออกซิเจน
 - ค. ไนโตรเจน
 - ง. ไฮโดรเจน
 - จ. คาร์บอนไดออกไซด์

25. ควรเลือกรับประทานอาหารในข้อใดจึงจะได้สารอาหารครบตามหลักโภชนาการมากที่สุด

- ก. ข้าวต้มกุ้ง
- ข. ส้มตำปูเค็ม
- ค. กระเพาะปลา
- ง. ข้าวกับยำวันเส้น
- จ. ก๋วยเตี๋ยวผัดไทยใส่ไข่

คำชี้แจง ใช้ตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 26 - 27

อาหาร (100 กรัม)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	เหล็ก (กรัม)	ค่าพลังงาน กิโลแคลลอรี่
ข้าวสุก	2.6	0.2	31.1	-	137
เนื้อหมู	18.9	6.8	1.7	1.4	144
ตับหมู	21.0	3.1	2.9	23.1	150
ไข่ไก่	12.7	11.8	2.4	2.8	167
ไข่เป็ด	13.6	10.5	3.4	3.0	163

26. ถ้านักเรียนเป็นโรคโลหิตจางควรเลือกรับประทานอาหารชนิดใด

- ก. เนื้อหมู
- ข. ตับหมู
- ค. ไข่เป็ด
- ง. ไข่ไก่
- จ. ข้าวสุก

27. อาหารชนิดใดให้พลังงานมากที่สุด
- ก. ข้าวสุก
 - ข. เนื้อหมู
 - ค. ตับหมู
 - ง. ไข่ไก่
 - จ. ไข่เป็ด
28. นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด หญิงมีครรภ์จึงต้องการแคลเซียมในปริมาณที่สูงกว่าปกติ
- ก. ป้องกันการแท้งลูก
 - ข. ป้องกันโรคชักกระตุก
 - ค. ป้องกันอาการทางประสาท
 - ง. ป้องกันการผิดปกติของกระดูก
 - จ. ป้องกันโรคโลหิตจาง
29. เกณฑ์ความต้องการอาหารโปรตีน ที่คนเราควรยึดถือปฏิบัติคือข้อใด
- ก. อย่างน้อยครึ่งกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน
 - ข. อย่างน้อยหนึ่งกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน
 - ค. อย่างน้อยครึ่งกรัมต่อน้ำหนักตัว 10 กิโลกรัมต่อวัน
 - ง. อย่างน้อยหนึ่งกรัมต่อน้ำหนักตัว 10 กิโลกรัมต่อวัน
 - จ. อย่างน้อย 2 กรัมต่อน้ำหนักตัว 10 กิโลกรัมต่อวัน
30. ความต้องการอาหารของบุคคลนั้นอยู่กับอะไรบ้าง
- ก. เพศ, วัย
 - ข. วัย, กิจกรรม
 - ค. สภาพร่างกาย
 - ง. เพศ, วัย, กิจกรรม
 - จ. เพศ, วัย, กิจกรรม, สภาพร่างกาย

31. มีผู้พบว่า การกินอาหารแป้งและน้ำตาลมากเกินไป ทำให้เวียนศีรษะ หงุดหงิดเหนื่อยง่าย แพทย์แนะนำให้งดกินอาหารแป้งและน้ำตาลสัก 1 สัปดาห์ ท่านจะเลือกกินอาหารในข้อใด จึงจะมีอาการดีขึ้น
- ข้าวเหนียว, ส้มตำ, หมูย่าง
 - ต้มยำปลา, ไก่ย่าง, เกาเหลา
 - ขนมจีนน้ำยา, ก๋วยเตี๋ยว, น้ำใบไม้ปั่น
 - ขนมปังไส้ไก่, น้ำพริกกะปิ, ไอศกรีม
 - ข้าวสวย, แกงเขียวหวานไก่, ส้ม
32. เด็กชายสมควรต้องการโปรตีน 1.5 กรัมต่อวันต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ถ้าเขาต้องการโปรตีนวันละ 60 กรัม เขาควรหนักกี่กิโลกรัมต่อวัน
- 25
 - 30
 - 35
 - 40
 - 45
33. ตีคู่เป็นเด็กผอมแห้ง ผิวหนังกร้าน ไข้ต่ำ สติโหม่งเสีย คิดว่าตีคู่ขาดสารอาหารประเภทใดมากที่สุด
- น้ำ
 - โปรตีน
 - เกลือแร่
 - วิตามิน
 - คาร์โบไฮเดรต

34. ร่างกายของผู้ที่ขาดธาตุเหล็ก สังเกตได้อย่างไร
- ก. คอหอบ
 - ข. หงุดหงิด
 - ค. กระดูกไม่แข็งแรง
 - ง. เปลือกตาไม่มีสีซีดจาง
 - จ. ผอมแห้ง อาหารไม่ย่อย
35. สาเหตุที่เส้นบาง เปราะง่าย เพราะขาดสารอาหารประเภทใด
- ก. เหล็ก
 - ข. ไอโอดีน
 - ค. โซเดียม
 - ง. แคลเซียม
 - จ. ฟอสฟอรัส
36. ข้อความใดถูกต้องที่สุด
- ก. กินผักบุ้งทำให้ตาหวาน
 - ข. กินไข่แล้วทำให้แผลหายช้า
 - ค. กินเผือกทำให้เป็นโรคเรื้อน
 - ง. กินน้ำมันช่วยลดความอ้วนได้
 - จ. กินไข่ดิบได้ประโยชน์กว่ากินไข่สุก
37. คุณยายของตู่ตู่อยู่ที่จังหวัดชัยภูมิ และเป็นโรคคอหอบ นักเรียนคิดว่าตู่ตู่ควรแนะนำให้
- คุณยายรับประทานอาหารในข้อใด
- ก. แกงหอยนม ไก่ย่าง
 - ข. ส้มตำปลาร้า หน่อไม้
 - ค. แกงหน่อไม้ ปลาตุ๋นย่าง
 - ง. แกงหอยแมลงภู่แห้ง ปลาทุบั้ง
 - จ. ปลาเล็กน้อยทอด หน่อไม้คอง

38. จากการที่คนงานไทยในต่างประเทศเสียชีวิตด้วยโรคชันด์ (โรคไหล) คือตายอย่างเฉียบพลันในเวลากลางคืน ซึ่งมาจากหลายสาเหตุ คือ การขาดอาหาร เกลือแร่ ความตึงเครียดทางร่างกายและจิตใจ ถ้านักเรียนเป็นคนงานไทยคนหนึ่ง จะมีวิธีป้องกันอย่างไร
- ก. ดื่มน้ำให้เพียงพอ
 - ข. กินอาหารให้พลังงานสูง และเสริมด้วยเครื่องดื่มน้ำเกลือแร่
 - ค. กินอาหารและพักผ่อนให้เพียงพอตามเพศ, วัย และสภาพร่างกาย
 - ง. งดสุรา ยาเสพติด และผ่อนคลายความตึงเครียดด้วยการเที่ยวกลางคืน
 - จ. ดื่มเครื่องดื่มบำรุงกำลัง หลีกเลี่ยงงานหนัก และผ่อนคลายความตึงเครียดโดยการเที่ยวกลางคืน
39. กิจกรรมใดใช้พลังงานมากที่สุด
- ก. ชักผ้า
 - ข. ว่ายน้ำ
 - ค. กวาดบ้าน
 - ง. พิมพ์หนังสือ
 - จ. วิ่งเหยาะ ๆ

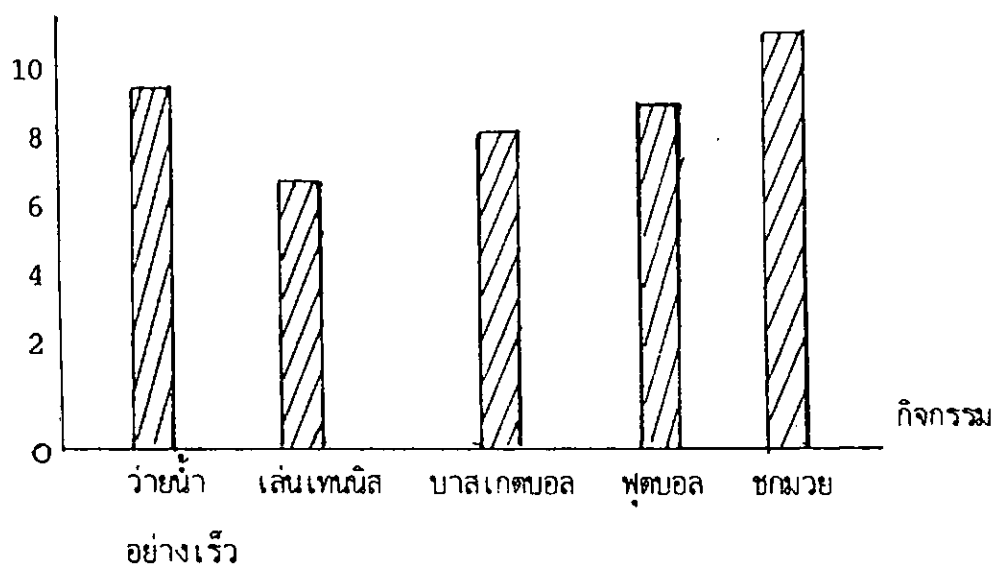
คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ตารางข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 40 - 41

การใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อ 1 ชั่วโมงต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ได้ผลดังนี้

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้ (หญิง)	กิโลแคลอรี (ชาย)
รีดผ้า	1.92	2.06
นอนหลับ	0.27	0.93
ร้องเพลง	1.62	1.71
นั่งทำงาน	1.47	1.59

40. ถ้าเด็กหญิงสุรางค์หนัก 40 กิโลกรัม นอนหลับเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วตื่นขึ้นมารีดผ้าเป็นเวลา 50 นาที ต้องใช้พลังงานกี่กิโลแคลอรี
- 4.92
 - 49.20
 - 834.0
 - 876.0
 - 880.0
41. ถ้านายชัยศักดิ์หนัก 90 กิโลกรัม ทำงานเช่นเดียวกับเด็กหญิงสุรางค์ และใช้เวลาเท่ากัน นายชัยศักดิ์จะใช้พลังงานมากหรือน้อยกว่าเด็กหญิงสุรางค์
- มากกว่า
 - เท่ากัน
 - น้อยกว่ามาก
 - น้อยกว่าเล็กน้อย
 - สรุปแน่นอนไม่ได้ เพราะเป็นคนละเพศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้แผนภูมิต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 42



42. สาธิตเป็นโรคอ้วน หมอแนะนำให้ลดน้ำหนักเช่นกัน นักเรียนช่วยสาธิตเลือกวิธีออกกำลังกายเพื่อลดน้ำหนักที่จะลดได้เร็วที่สุด

- ก. ชกมวย
- ข. ฟุตบอล
- ค. ตีเทนนิส
- ง. บาสเกตบอล
- จ. ว่ายน้ำอย่างเร็ว

43. การรับประทานอาหารให้ถูกหลักโภชนาการนั้น หมายความว่าอย่างไร

- ก. รับประทานอาหารจนอิ่มทุกมื้อ
- ข. รับประทานอาหารตามฐานะของครอบครัว
- ค. รับประทานอาหารที่ชอบ และราคาถูก
- ง. รับประทานอาหารให้มากที่สุดเท่าที่จะทานได้
- จ. รับประทานอาหารให้ครบถ้วนตามที่ร่างกายต้องการ

44. ข้อใดเป็นพฤติกรรมที่บั่นทอนสุขภาพร่างกาย
- นอนหลับ
 - วิ่งในเวลาเช้า
 - เล่นกีฬาากลางแดด
 - ไปซื้อของที่ศูนย์การค้า
 - สูบบุหรี่เพื่อคลายสมอง
45. สารในข้อใดที่ใช้เจือปนในอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร
- สารกันบูด
 - สารกันหืน
 - สารแต่งรส
 - สารสหวานพวกน้ำตาลเทียม
 - สารละลายแอลกอฮอล์
46. ข้อใดต่อไปนี้ ถือเป็นสารปนเปื้อนในอาหาร
- สารปรอทในปลา
 - สารกันบูดในนมผง
 - กลิ่นแมงดาในน้ำพริก
 - สีเหลืองของลูกตาลในขนมตาล
 - สีเขียวของใบเตยในวนกะทิ
47. อาหารในข้อใดที่มีสารพิษปนอยู่ แต่เมื่อเพิ่มความร้อน หรือทำให้สุกสามารถรับประทานได้
- ถั่วลิสงขึ้นรา
 - มันสำปะหลัง
 - ลูกชิ้นผสมบอแรกซ์
 - น้ำส้มสายชูกรดซัลฟิวริกเจือปน
 - ผงชูรสผสมโซเดียมเมตาฟอสเฟต

48. ข้อใดเป็นวิธีเลือกซื้ออาหารที่ถูกต้องที่สุด
- ผักควรอบเหี่ยว
 - ลูกชิ้นเนื้อวัวกรอบ เคี้ยวได้
 - ปลาเค็มควรมีสีแดง
 - เนื้อเค็มที่นึ่งมีแมลงวันตอม
 - ผักอบแต่มีหนอน และเป็นรูปร่างเล็กน้อย
49. นายขจรเป็นชาวชัยภูมิ มีร่างกายผอมแห้งและมีอาการท้องขึ้น ท้องเฟ้อ อาหารไม่ย่อย
ตับโตแข็ง นักเรียนคิดว่าเขาเป็นโรคอะไร
- ตับแข็ง
 - พยาธิในตับ
 - ลำไส้อักเสบ
 - มะเร็งในตับ
 - กระเพาะอาหารอักเสบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากตารางตอบคำถามข้อ 50

ตารางแสดงผลการทดสอบผงชูรส

ชื่อผงชูรส	ตรวจสอบกับกระดาษลิตมัส	เผาในชั้นโลหะ
ตราม้า	เปลี่ยนเป็นสีแดง	ผงสีขาว
ตราลิง	ไม่เปลี่ยน	เป็นผงสีดำ
ตรากระต่าย	ไม่เปลี่ยน	ผงสีขาวปนดำ

50. จากการทดสอบผงชูรสในตาราง ถ้านักเรียนทำอาหารรับประทานควรใช้ผงชูรสชนิดใด

ก. ตราม้า

ข. ตราลิง

ค. ตรากะต่าย

ง. ตราลิงและตรากะต่าย

จ. ตราม้าและตรากะต่าย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ บรรจงลักษณ์ ชื่อสกุล แจ่มพุ่ม

เกิดวันที่ 11 เดือนมิถุนายน

สถานที่เกิด

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

พุทธศักราช 2502

อำเภอคลองสาน จังหวัดกรุงเทพมหานคร

1415/9 ตำบลบางลำภูล่าง อำเภอคลองสาน

จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10500

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2520

ป.กศ. จากวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

พ.ศ. 2522

ป.กศ.สูง (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครู

บ้านสมเด็จเจ้าพระยา

พ.ศ. 2524

กศ.บ. (ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บางเขน

พ.ศ. 2533

กศ.ม. (การมัธยมศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสท.

บทคัดย่อ
ของ
บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
ตุลาคม 2533

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท.

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนบ้านหมอ "พัฒนากุล" อ. บ้านหมอ จ. สระบุรี จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มมีจำนวน 40 คน ทั้งสองกลุ่มนี้ใช้เนื้อหาในการทดลองเหมือนกันคือ เรื่องอาหาร ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ คาบละ 50 นาที กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู สสวท. ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest - Post Design เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือ ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ค่าความเชื่อมั่น .68) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ค่าความเชื่อมั่น .64)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับ

การสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องแคล่วในการคิด ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARISON OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS' ACHIEVEMENT AND
CREATIVE THINKING IN SCIENCE THROUGH THE PACKAGE OF SELF
LEARNING WITH THE SCIENCE INTEGRATED SKILLS AND THROUGH
THE METHOD IN THE IPST TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT

BY

BUNCHONGLUK CHAMPUM

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

October 1990

The purpose of this research to compare Mathayom Suksa II students' Achievement and creative thinking in science through the package self Learning with the science integrated skills and thought the method in the IPST teacher's manual

The subject were 80 Mathayom Suksa II students of Ban Moh "Phattananukul" School, Amphur Ban Moh, Changwat Saraburi, During the First semater of 1990 academic year. The subjects were devided in to two groups : The experimental and control group, with 40 students in each Both groups studied for 18 periods (50 minutes per period) and were taught the same centents about "Food"

The experimental group was thought the package self learning with the science integrated skills. The control group was thought the method in IPST teacher's manual. Randomized Control Group Pre test - Post test Design was used in the study. The instruments of this study were the Situation Discussion of Inquiry among students, the science achievement test (reliability = .68), and the science creative test (reliability = .64).

The results indicated that :

1. The academic achievement in Science of the experimental and Control group was not significatly different.
2. The scientific creative thinking of experimental and control groups was significantly different at .01 level :

2.1 The Originality of the experimental and Control groups was significatly different at .05 level.

2.2 The Flexibility of the experimental and Control groups was significantly different at .01 level.

2.3 The Fluency of the experimental and Control groups was significantly different at .01 level.

3. Post test score on the academic achievement and Scientific Creative thinking of the experimental and Control groups were significantly different at .01 level.