

507.12

ม 2710

ร.3

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์  
ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท.

ปริญญาโท

ของ

มะลิวรรณ วีระจิตต์

27 พ.ธ. 2534

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2533

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

h 56235

174744

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญาโทฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร  
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตวิชาเอกการมัธยมศึกษา ของ  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....  
.....ประธาน  
(ดร.ชุตินา วัฒนาศรี)

.....  
.....กรรมการ  
(รศ.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

คณะกรรมการสอบ

.....  
.....ประธาน  
(ดร.ชุตินา วัฒนาศรี)

.....  
.....กรรมการ  
(รศ.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

.....  
.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
(ผศ. สมจิต สว่างไพบูลย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญาโทฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  
.....คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ 16 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2533

## ประกาศคุณประการ

ปฏิญานี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนาศิริ  
รองศาสตราจารย์ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์  
รองศาสตราจารย์สมจิต สมัตถพันธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือตลอดจนตรวจสอบแก้ไข  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ชาญชัย กิจสวัสดิ์ อาจารย์กันขารัตน์ ฤทธิบำรุง  
อาจารย์ชัยณรงค์ พันธุ์ประชา อาจารย์โสภณ ทับทิมชัย ที่ให้ความช่วยเหลือในการสร้างและ  
ตรวจแก้ไขเครื่องมือ ที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประสก มนูญวงศ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา  
อาจารย์สถิตย์ ศรีไสยเพชร หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ คณะครูอาจารย์โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา  
และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา ที่ให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวกในการทดลองและ  
เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณณิศุทธิ์ วีระจิตต์ พี่และน้อง ๆ ที่คอยให้กำลังใจด้วยดีตลอดระยะเวลาใน  
การทำปฏิญานี้ฉบับนี้

ขอบคุณเพื่อน ๆ เอกการมัธยมศึกษา วิทยาศาสตร์ศึกษา และท่านที่มีส่วนร่วมให้งานวิจัยครั้งนี้  
สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าประโยชน์ใด ๆ จากปฏิญานี้ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณเดวิดตา-มารดา  
ครู-อาจารย์ ที่ช่วยอบรมสั่งสอน และชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยทุกท่าน

มะลิวรรณ วีระจิตต์

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง .....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....	4
ความสำคัญของศึกษาค้นคว้า .....	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า .....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	10
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ .....	10
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ .....	18
เอกสารเกี่ยวกับคำถาม .....	21
เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก .....	30
* เอกสารเกี่ยวกับการอภิปราย .....	34
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ .....	38
เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ..	41
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	51
งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ .....	54
งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม .....	56
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปราย .....	57
งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ .....	58
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า .....	61
3 วิธีดำเนินการ .....	62
ประชากร .....	62

กลุ่มตัวอย่าง .....	62
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า .....	62
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า .....	62
แบบแผนการทดลอง .....	63
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า .....	63
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ .....	64
สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน .....	65
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ .....	66
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ .....	67
วิธีดำเนินการทดลอง .....	68
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	69
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	69
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	73
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล .....	73
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	74
5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ .....	83
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....	83
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า .....	83
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....	84
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	85
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า .....	86
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า .....	86
ข้อเสนอแนะ .....	90

บทที่

หน้า

บรรณานุกรม .....	92
ภาคผนวก .....	103
ประวัติย่อของผู้วิจัย .....	144

## บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือ สสวท. ....	9
2	แบบแผนการวิจัย .....	63
3	ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม .....	74
4	ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม .....	75
5	ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	76
6	ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความยืดหยุ่นในการคิด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	77
7	ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	78
8	ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง .....	79
9	ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม .....	80
10	ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง .....	81
11	ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม .....	82
12	ค่า $p, q$ และ $pq$ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต .....	105

13	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต .....	107
----	---	-----

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ .....	14
2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ .....	39

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทต่อการพัฒนา เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ ตลอดจนยังมีความสำคัญต่อการปรับปรุงคุณภาพชีวิตส่วนบุคคลจนถึงสังคมทุกระดับในแง่สุขภาพอนามัย โภชนาการ การเกษตรและอุตสาหกรรม (นิตา สะเพียรชัย, 2527 : 193) ดังนั้นประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลายโดยเฉพาะประเทศไทย ได้นำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาประเทศ เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและรายได้ของประชากรให้ดีขึ้น

การที่จะใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาประเทศได้นั้นจะต้องให้คนมีคุณภาพดี มีความรู้ สามารถหาความรู้ สามารถคิด มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล (วรรณดี วรรณศิลป์, 2522 : 1) สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่จะช่วยให้คนสามารถเผชิญปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพก็คือ การพัฒนาคนให้มีความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทั้งนี้เพราะความคิดสร้างสรรค์คือความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือไปจากลำดับขั้นของความคิดอย่างปกติ เป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดหลายแง่หลายมุมประสมประสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Torrance, 1963 : 47) โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาหนึ่งที่มีลักษณะวิชาสามารถช่วยให้คนเรียนได้มีโอกาสฝึกฝน พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มที่ (ฤดี ประสบศักดิ์, 2529 : 1) ด้วยความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาต่างตระหนักกันดีและเห็นสมควรว่าเยาวชนของชาติควรจะได้รับการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีที่ถูกต้องเพื่อที่จะดำรงชีวิตอยู่ในโลกวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเป็นพลเมืองดีมีคุณภาพ (นรรณี ภาวภูตานนท์, 2528 : 1)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยึดหลักสูตรของสภามันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งกิจกรรมการเรียนประกอบด้วยทดลองและการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน โดยครูเป็นฝ่ายซักถามให้นักเรียนตอบคำถามแต่เนื่องจากจำนวนนักเรียนในห้องมีมากเกินไป ครูจึงใช้วิธีถามและให้นักเรียนตอบพร้อม ๆ กัน หรืออาจถามให้นักเรียนตอบ แต่ครูไม่สามารถตอบและให้นักเรียนตอบได้ทุกคนทั่วถึงโดยมีข้อจำกัดเรื่องเวลา ทำให้นักเรียน

บางคนตามไม่ทัน ไม่สนใจคำถามของครู เบื่อหน่ายในการเรียน (กันยารัตน์ ฤกษ์บำรุง. 2531 : 1) เป็นสาเหตุให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ย 17.16 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ซึ่งจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (กรมสามัญศึกษา. 2526 : 21 - 27) และจากการวิจัยของกิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2525 : 113) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนยังไม่ได้ได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เหตุผลมาจากครูยึดเนื้อหามากเกินไป และสัมพันธ์ สมิตถพันธ์ (2522 : 61 - 63) ได้กล่าวถึงความผิดพลาดของการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ไม่อาจนำเอาความฉลาด สติปัญญาของนักเรียนมาใช้ในการสร้างสรรค์ได้ สภาพแวดล้อมการศึกษาในปัจจุบันยังเปิดโอกาสที่จะให้นักเรียนใช้จินตนาการเพื่อสร้างสรรค์น้อยมาก แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ตัวครู มักเพียงเล็งแต่สิ่งที่คนรู้กันมาแล้วมากกว่าในสิ่งที่ยังไม่มีใครรู้ ดังนั้นการเรียนการสอนจึงโน้มเอียงในทางบับังคับให้คล้อยตามหรือเลียนแบบมากกว่าการเรียนตามกระบวนการสร้างสรรค์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่สวท. เสนอแนะไว้ในคู่มือครูและแบบเรียนได้กำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ทั้งสิ้น ก็สามารถค้นพบหาคำตอบได้ กิจกรรมลักษณะนี้ช่วยให้นักเรียนคิดได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2517 : 128) <sup>1</sup> <sup>2</sup> <sup>3</sup> <sup>4</sup> <sup>5</sup> <sup>6</sup> <sup>7</sup> <sup>8</sup> <sup>9</sup> <sup>10</sup> <sup>11</sup> <sup>12</sup> <sup>13</sup> <sup>14</sup> <sup>15</sup> <sup>16</sup> <sup>17</sup> <sup>18</sup> <sup>19</sup> <sup>20</sup> <sup>21</sup> <sup>22</sup> <sup>23</sup> <sup>24</sup> <sup>25</sup> <sup>26</sup> <sup>27</sup> <sup>28</sup> <sup>29</sup> <sup>30</sup> <sup>31</sup> <sup>32</sup> <sup>33</sup> <sup>34</sup> <sup>35</sup> <sup>36</sup> <sup>37</sup> <sup>38</sup> <sup>39</sup> <sup>40</sup> <sup>41</sup> <sup>42</sup> <sup>43</sup> <sup>44</sup> <sup>45</sup> <sup>46</sup> <sup>47</sup> <sup>48</sup> <sup>49</sup> <sup>50</sup> <sup>51</sup> <sup>52</sup> <sup>53</sup> <sup>54</sup> <sup>55</sup> <sup>56</sup> <sup>57</sup> <sup>58</sup> <sup>59</sup> <sup>60</sup> <sup>61</sup> <sup>62</sup> <sup>63</sup> <sup>64</sup> <sup>65</sup> <sup>66</sup> <sup>67</sup> <sup>68</sup> <sup>69</sup> <sup>70</sup> <sup>71</sup> <sup>72</sup> <sup>73</sup> <sup>74</sup> <sup>75</sup> <sup>76</sup> <sup>77</sup> <sup>78</sup> <sup>79</sup> <sup>80</sup> <sup>81</sup> <sup>82</sup> <sup>83</sup> <sup>84</sup> <sup>85</sup> <sup>86</sup> <sup>87</sup> <sup>88</sup> <sup>89</sup> <sup>90</sup> <sup>91</sup> <sup>92</sup> <sup>93</sup> <sup>94</sup> <sup>95</sup> <sup>96</sup> <sup>97</sup> <sup>98</sup> <sup>99</sup> <sup>100</sup> <sup>101</sup> <sup>102</sup> <sup>103</sup> <sup>104</sup> <sup>105</sup> <sup>106</sup> <sup>107</sup> <sup>108</sup> <sup>109</sup> <sup>110</sup> <sup>111</sup> <sup>112</sup> <sup>113</sup> <sup>114</sup> <sup>115</sup> <sup>116</sup> <sup>117</sup> <sup>118</sup> <sup>119</sup> <sup>120</sup> <sup>121</sup> <sup>122</sup> <sup>123</sup> <sup>124</sup> <sup>125</sup> <sup>126</sup> <sup>127</sup> <sup>128</sup> <sup>129</sup> <sup>130</sup> <sup>131</sup> <sup>132</sup> <sup>133</sup> <sup>134</sup> <sup>135</sup> <sup>136</sup> <sup>137</sup> <sup>138</sup> <sup>139</sup> <sup>140</sup> <sup>141</sup> <sup>142</sup> <sup>143</sup> <sup>144</sup> <sup>145</sup> <sup>146</sup> <sup>147</sup> <sup>148</sup> <sup>149</sup> <sup>150</sup> <sup>151</sup> <sup>152</sup> <sup>153</sup> <sup>154</sup> <sup>155</sup> <sup>156</sup> <sup>157</sup> <sup>158</sup> <sup>159</sup> <sup>160</sup> <sup>161</sup> <sup>162</sup> <sup>163</sup> <sup>164</sup> <sup>165</sup> <sup>166</sup> <sup>167</sup> <sup>168</sup> <sup>169</sup> <sup>170</sup> <sup>171</sup> <sup>172</sup> <sup>173</sup> <sup>174</sup> <sup>175</sup> <sup>176</sup> <sup>177</sup> <sup>178</sup> <sup>179</sup> <sup>180</sup> <sup>181</sup> <sup>182</sup> <sup>183</sup> <sup>184</sup> <sup>185</sup> <sup>186</sup> <sup>187</sup> <sup>188</sup> <sup>189</sup> <sup>190</sup> <sup>191</sup> <sup>192</sup> <sup>193</sup> <sup>194</sup> <sup>195</sup> <sup>196</sup> <sup>197</sup> <sup>198</sup> <sup>199</sup> <sup>200</sup> <sup>201</sup> <sup>202</sup> <sup>203</sup> <sup>204</sup> <sup>205</sup> <sup>206</sup> <sup>207</sup> <sup>208</sup> <sup>209</sup> <sup>210</sup> <sup>211</sup> <sup>212</sup> <sup>213</sup> <sup>214</sup> <sup>215</sup> <sup>216</sup> <sup>217</sup> <sup>218</sup> <sup>219</sup> <sup>220</sup> <sup>221</sup> <sup>222</sup> <sup>223</sup> <sup>224</sup> <sup>225</sup> <sup>226</sup> <sup>227</sup> <sup>228</sup> <sup>229</sup> <sup>230</sup> <sup>231</sup> <sup>232</sup> <sup>233</sup> <sup>234</sup> <sup>235</sup> <sup>236</sup> <sup>237</sup> <sup>238</sup> <sup>239</sup> <sup>240</sup> <sup>241</sup> <sup>242</sup> <sup>243</sup> <sup>244</sup> <sup>245</sup> <sup>246</sup> <sup>247</sup> <sup>248</sup> <sup>249</sup> <sup>250</sup> <sup>251</sup> <sup>252</sup> <sup>253</sup> <sup>254</sup> <sup>255</sup> <sup>256</sup> <sup>257</sup> <sup>258</sup> <sup>259</sup> <sup>260</sup> <sup>261</sup> <sup>262</sup> <sup>263</sup> <sup>264</sup> <sup>265</sup> <sup>266</sup> <sup>267</sup> <sup>268</sup> <sup>269</sup> <sup>270</sup> <sup>271</sup> <sup>272</sup> <sup>273</sup> <sup>274</sup> <sup>275</sup> <sup>276</sup> <sup>277</sup> <sup>278</sup> <sup>279</sup> <sup>280</sup> <sup>281</sup> <sup>282</sup> <sup>283</sup> <sup>284</sup> <sup>285</sup> <sup>286</sup> <sup>287</sup> <sup>288</sup> <sup>289</sup> <sup>290</sup> <sup>291</sup> <sup>292</sup> <sup>293</sup> <sup>294</sup> <sup>295</sup> <sup>296</sup> <sup>297</sup> <sup>298</sup> <sup>299</sup> <sup>300</sup> <sup>301</sup> <sup>302</sup> <sup>303</sup> <sup>304</sup> <sup>305</sup> <sup>306</sup> <sup>307</sup> <sup>308</sup> <sup>309</sup> <sup>310</sup> <sup>311</sup> <sup>312</sup> <sup>313</sup> <sup>314</sup> <sup>315</sup> <sup>316</sup> <sup>317</sup> <sup>318</sup> <sup>319</sup> <sup>320</sup> <sup>321</sup> <sup>322</sup> <sup>323</sup> <sup>324</sup> <sup>325</sup> <sup>326</sup> <sup>327</sup> <sup>328</sup> <sup>329</sup> <sup>330</sup> <sup>331</sup> <sup>332</sup> <sup>333</sup> <sup>334</sup> <sup>335</sup> <sup>336</sup> <sup>337</sup> <sup>338</sup> <sup>339</sup> <sup>340</sup> <sup>341</sup> <sup>342</sup> <sup>343</sup> <sup>344</sup> <sup>345</sup> <sup>346</sup> <sup>347</sup> <sup>348</sup> <sup>349</sup> <sup>350</sup> <sup>351</sup> <sup>352</sup> <sup>353</sup> <sup>354</sup> <sup>355</sup> <sup>356</sup> <sup>357</sup> <sup>358</sup> <sup>359</sup> <sup>360</sup> <sup>361</sup> <sup>362</sup> <sup>363</sup> <sup>364</sup> <sup>365</sup> <sup>366</sup> <sup>367</sup> <sup>368</sup> <sup>369</sup> <sup>370</sup> <sup>371</sup> <sup>372</sup> <sup>373</sup> <sup>374</sup> <sup>375</sup> <sup>376</sup> <sup>377</sup> <sup>378</sup> <sup>379</sup> <sup>380</sup> <sup>381</sup> <sup>382</sup> <sup>383</sup> <sup>384</sup> <sup>385</sup> <sup>386</sup> <sup>387</sup> <sup>388</sup> <sup>389</sup> <sup>390</sup> <sup>391</sup> <sup>392</sup> <sup>393</sup> <sup>394</sup> <sup>395</sup> <sup>396</sup> <sup>397</sup> <sup>398</sup> <sup>399</sup> <sup>400</sup> <sup>401</sup> <sup>402</sup> <sup>403</sup> <sup>404</sup> <sup>405</sup> <sup>406</sup> <sup>407</sup> <sup>408</sup> <sup>409</sup> <sup>410</sup> <sup>411</sup> <sup>412</sup> <sup>413</sup> <sup>414</sup> <sup>415</sup> <sup>416</sup> <sup>417</sup> <sup>418</sup> <sup>419</sup> <sup>420</sup> <sup>421</sup> <sup>422</sup> <sup>423</sup> <sup>424</sup> <sup>425</sup> <sup>426</sup> <sup>427</sup> <sup>428</sup> <sup>429</sup> <sup>430</sup> <sup>431</sup> <sup>432</sup> <sup>433</sup> <sup>434</sup> <sup>435</sup> <sup>436</sup> <sup>437</sup> <sup>438</sup> <sup>439</sup> <sup>440</sup> <sup>441</sup> <sup>442</sup> <sup>443</sup> <sup>444</sup> <sup>445</sup> <sup>446</sup> <sup>447</sup> <sup>448</sup> <sup>449</sup> <sup>450</sup> <sup>451</sup> <sup>452</sup> <sup>453</sup> <sup>454</sup> <sup>455</sup> <sup>456</sup> <sup>457</sup> <sup>458</sup> <sup>459</sup> <sup>460</sup> <sup>461</sup> <sup>462</sup> <sup>463</sup> <sup>464</sup> <sup>465</sup> <sup>466</sup> <sup>467</sup> <sup>468</sup> <sup>469</sup> <sup>470</sup> <sup>471</sup> <sup>472</sup> <sup>473</sup> <sup>474</sup> <sup>475</sup> <sup>476</sup> <sup>477</sup> <sup>478</sup> <sup>479</sup> <sup>480</sup> <sup>481</sup> <sup>482</sup> <sup>483</sup> <sup>484</sup> <sup>485</sup> <sup>486</sup> <sup>487</sup> <sup>488</sup> <sup>489</sup> <sup>490</sup> <sup>491</sup> <sup>492</sup> <sup>493</sup> <sup>494</sup> <sup>495</sup> <sup>496</sup> <sup>497</sup> <sup>498</sup> <sup>499</sup> <sup>500</sup> <sup>501</sup> <sup>502</sup> <sup>503</sup> <sup>504</sup> <sup>505</sup> <sup>506</sup> <sup>507</sup> <sup>508</sup> <sup>509</sup> <sup>510</sup> <sup>511</sup> <sup>512</sup> <sup>513</sup> <sup>514</sup> <sup>515</sup> <sup>516</sup> <sup>517</sup> <sup>518</sup> <sup>519</sup> <sup>520</sup> <sup>521</sup> <sup>522</sup> <sup>523</sup> <sup>524</sup> <sup>525</sup> <sup>526</sup> <sup>527</sup> <sup>528</sup> <sup>529</sup> <sup>530</sup> <sup>531</sup> <sup>532</sup> <sup>533</sup> <sup>534</sup> <sup>535</sup> <sup>536</sup> <sup>537</sup> <sup>538</sup> <sup>539</sup> <sup>540</sup> <sup>541</sup> <sup>542</sup> <sup>543</sup> <sup>544</sup> <sup>545</sup> <sup>546</sup> <sup>547</sup> <sup>548</sup> <sup>549</sup> <sup>550</sup> <sup>551</sup> <sup>552</sup> <sup>553</sup> <sup>554</sup> <sup>555</sup> <sup>556</sup> <sup>557</sup> <sup>558</sup> <sup>559</sup> <sup>560</sup> <sup>561</sup> <sup>562</sup> <sup>563</sup> <sup>564</sup> <sup>565</sup> <sup>566</sup> <sup>567</sup> <sup>568</sup> <sup>569</sup> <sup>570</sup> <sup>571</sup> <sup>572</sup> <sup>573</sup> <sup>574</sup> <sup>575</sup> <sup>576</sup> <sup>577</sup> <sup>578</sup> <sup>579</sup> <sup>580</sup> <sup>581</sup> <sup>582</sup> <sup>583</sup> <sup>584</sup> <sup>585</sup> <sup>586</sup> <sup>587</sup> <sup>588</sup> <sup>589</sup> <sup>590</sup> <sup>591</sup> <sup>592</sup> <sup>593</sup> <sup>594</sup> <sup>595</sup> <sup>596</sup> <sup>597</sup> <sup>598</sup> <sup>599</sup> <sup>600</sup> <sup>601</sup> <sup>602</sup> <sup>603</sup> <sup>604</sup> <sup>605</sup> <sup>606</sup> <sup>607</sup> <sup>608</sup> <sup>609</sup> <sup>610</sup> <sup>611</sup> <sup>612</sup> <sup>613</sup> <sup>614</sup> <sup>615</sup> <sup>616</sup> <sup>617</sup> <sup>618</sup> <sup>619</sup> <sup>620</sup> <sup>621</sup> <sup>622</sup> <sup>623</sup> <sup>624</sup> <sup>625</sup> <sup>626</sup> <sup>627</sup> <sup>628</sup> <sup>629</sup> <sup>630</sup> <sup>631</sup> <sup>632</sup> <sup>633</sup> <sup>634</sup> <sup>635</sup> <sup>636</sup> <sup>637</sup> <sup>638</sup> <sup>639</sup> <sup>640</sup> <sup>641</sup> <sup>642</sup> <sup>643</sup> <sup>644</sup> <sup>645</sup> <sup>646</sup> <sup>647</sup> <sup>648</sup> <sup>649</sup> <sup>650</sup> <sup>651</sup> <sup>652</sup> <sup>653</sup> <sup>654</sup> <sup>655</sup> <sup>656</sup> <sup>657</sup> <sup>658</sup> <sup>659</sup> <sup>660</sup> <sup>661</sup> <sup>662</sup> <sup>663</sup> <sup>664</sup> <sup>665</sup> <sup>666</sup> <sup>667</sup> <sup>668</sup> <sup>669</sup> <sup>670</sup> <sup>671</sup> <sup>672</sup> <sup>673</sup> <sup>674</sup> <sup>675</sup> <sup>676</sup> <sup>677</sup> <sup>678</sup> <sup>679</sup> <sup>680</sup> <sup>681</sup> <sup>682</sup> <sup>683</sup> <sup>684</sup> <sup>685</sup> <sup>686</sup> <sup>687</sup> <sup>688</sup> <sup>689</sup> <sup>690</sup> <sup>691</sup> <sup>692</sup> <sup>693</sup> <sup>694</sup> <sup>695</sup> <sup>696</sup> <sup>697</sup> <sup>698</sup> <sup>699</sup> <sup>700</sup> <sup>701</sup> <sup>702</sup> <sup>703</sup> <sup>704</sup> <sup>705</sup> <sup>706</sup> <sup>707</sup> <sup>708</sup> <sup>709</sup> <sup>710</sup> <sup>711</sup> <sup>712</sup> <sup>713</sup> <sup>714</sup> <sup>715</sup> <sup>716</sup> <sup>717</sup> <sup>718</sup> <sup>719</sup> <sup>720</sup> <sup>721</sup> <sup>722</sup> <sup>723</sup> <sup>724</sup> <sup>725</sup> <sup>726</sup> <sup>727</sup> <sup>728</sup> <sup>729</sup> <sup>730</sup> <sup>731</sup> <sup>732</sup> <sup>733</sup> <sup>734</sup> <sup>735</sup> <sup>736</sup> <sup>737</sup> <sup>738</sup> <sup>739</sup> <sup>740</sup> <sup>741</sup> <sup>742</sup> <sup>743</sup> <sup>744</sup> <sup>745</sup> <sup>746</sup> <sup>747</sup> <sup>748</sup> <sup>749</sup> <sup>750</sup> <sup>751</sup> <sup>752</sup> <sup>753</sup> <sup>754</sup> <sup>755</sup> <sup>756</sup> <sup>757</sup> <sup>758</sup> <sup>759</sup> <sup>760</sup> <sup>761</sup> <sup>762</sup> <sup>763</sup> <sup>764</sup> <sup>765</sup> <sup>766</sup> <sup>767</sup> <sup>768</sup> <sup>769</sup> <sup>770</sup> <sup>771</sup> <sup>772</sup> <sup>773</sup> <sup>774</sup> <sup>775</sup> <sup>776</sup> <sup>777</sup> <sup>778</sup> <sup>779</sup> <sup>780</sup> <sup>781</sup> <sup>782</sup> <sup>783</sup> <sup>784</sup> <sup>785</sup> <sup>786</sup> <sup>787</sup> <sup>788</sup> <sup>789</sup> <sup>790</sup> <sup>791</sup> <sup>792</sup> <sup>793</sup> <sup>794</sup> <sup>795</sup> <sup>796</sup> <sup>797</sup> <sup>798</sup> <sup>799</sup> <sup>800</sup> <sup>801</sup> <sup>802</sup> <sup>803</sup> <sup>804</sup> <sup>805</sup> <sup>806</sup> <sup>807</sup> <sup>808</sup> <sup>809</sup> <sup>810</sup> <sup>811</sup> <sup>812</sup> <sup>813</sup> <sup>814</sup> <sup>815</sup> <sup>816</sup> <sup>817</sup> <sup>818</sup> <sup>819</sup> <sup>820</sup> <sup>821</sup> <sup>822</sup> <sup>823</sup> <sup>824</sup> <sup>825</sup> <sup>826</sup> <sup>827</sup> <sup>828</sup> <sup>829</sup> <sup>830</sup> <sup>831</sup> <sup>832</sup> <sup>833</sup> <sup>834</sup> <sup>835</sup> <sup>836</sup> <sup>837</sup> <sup>838</sup> <sup>839</sup> <sup>840</sup> <sup>841</sup> <sup>842</sup> <sup>843</sup> <sup>844</sup> <sup>845</sup> <sup>846</sup> <sup>847</sup> <sup>848</sup> <sup>849</sup> <sup>850</sup> <sup>851</sup> <sup>852</sup> <sup>853</sup> <sup>854</sup> <sup>855</sup> <sup>856</sup> <sup>857</sup> <sup>858</sup> <sup>859</sup> <sup>860</sup> <sup>861</sup> <sup>862</sup> <sup>863</sup> <sup>864</sup> <sup>865</sup> <sup>866</sup> <sup>867</sup> <sup>868</sup> <sup>869</sup> <sup>870</sup> <sup>871</sup> <sup>872</sup> <sup>873</sup> <sup>874</sup> <sup>875</sup> <sup>876</sup> <sup>877</sup> <sup>878</sup> <sup>879</sup> <sup>880</sup> <sup>881</sup> <sup>882</sup> <sup>883</sup> <sup>884</sup> <sup>885</sup> <sup>886</sup> <sup>887</sup> <sup>888</sup> <sup>889</sup> <sup>890</sup> <sup>891</sup> <sup>892</sup> <sup>893</sup> <sup>894</sup> <sup>895</sup> <sup>896</sup> <sup>897</sup> <sup>898</sup> <sup>899</sup> <sup>900</sup> <sup>901</sup> <sup>902</sup> <sup>903</sup> <sup>904</sup> <sup>905</sup> <sup>906</sup> <sup>907</sup> <sup>908</sup> <sup>909</sup> <sup>910</sup> <sup>911</sup> <sup>912</sup> <sup>913</sup> <sup>914</sup> <sup>915</sup> <sup>916</sup> <sup>917</sup> <sup>918</sup> <sup>919</sup> <sup>920</sup> <sup>921</sup> <sup>922</sup> <sup>923</sup> <sup>924</sup> <sup>925</sup> <sup>926</sup> <sup>927</sup> <sup>928</sup> <sup>929</sup> <sup>930</sup> <sup>931</sup> <sup>932</sup> <sup>933</sup> <sup>934</sup> <sup>935</sup> <sup>936</sup> <sup>937</sup> <sup>938</sup> <sup>939</sup> <sup>940</sup> <sup>941</sup> <sup>942</sup> <sup>943</sup> <sup>944</sup> <sup>945</sup> <sup>946</sup> <sup>947</sup> <sup>948</sup> <sup>949</sup> <sup>950</sup> <sup>951</sup> <sup>952</sup> <sup>953</sup> <sup>954</sup> <sup>955</sup> <sup>956</sup> <sup>957</sup> <sup>958</sup> <sup>959</sup> <sup>960</sup> <sup>961</sup> <sup>962</sup> <sup>963</sup> <sup>964</sup> <sup>965</sup> <sup>966</sup> <sup>967</sup> <sup>968</sup> <sup>969</sup> <sup>970</sup> <sup>971</sup> <sup>972</sup> <sup>973</sup> <sup>974</sup> <sup>975</sup> <sup>976</sup> <sup>977</sup> <sup>978</sup> <sup>979</sup> <sup>980</sup> <sup>981</sup> <sup>982</sup> <sup>983</sup> <sup>984</sup> <sup>985</sup> <sup>986</sup> <sup>987</sup> <sup>988</sup> <sup>989</sup> <sup>990</sup> <sup>991</sup> <sup>992</sup> <sup>993</sup> <sup>994</sup> <sup>995</sup> <sup>996</sup> <sup>997</sup> <sup>998</sup> <sup>999</sup> <sup>1000</sup> <sup>1001</sup> <sup>1002</sup> <sup>1003</sup> <sup>1004</sup> <sup>1005</sup> <sup>1006</sup> <sup>1007</sup> <sup>1008</sup> <sup>1009</sup> <sup>1010</sup> <sup>1011</sup> <sup>1012</sup> <sup>1013</sup> <sup>1014</sup> <sup>1015</sup> <sup>1016</sup> <sup>1017</sup> <sup>1018</sup> <sup>1019</sup> <sup>1020</sup> <sup>1021</sup> <sup>1022</sup> <sup>1023</sup> <sup>1024</sup> <sup>1025</sup> <sup>1026</sup> <sup>1027</sup> <sup>1028</sup> <sup>1029</sup> <sup>1030</sup> <sup>1031</sup> <sup>1032</sup> <sup>1033</sup> <sup>1034</sup> <sup>1035</sup> <sup>1036</sup> <sup>1037</sup> <sup>1038</sup> <sup>1039</sup> <sup>1040</sup> <sup>1041</sup> <sup>1042</sup> <sup>1043</sup> <sup>1044</sup> <sup>1045</sup> <sup>1046</sup> <sup>1047</sup> <sup>1048</sup> <sup>1049</sup> <sup>1050</sup> <sup>1051</sup> <sup>1052</sup> <sup>1053</sup> <sup>1054</sup> <sup>1055</sup> <sup>1056</sup> <sup>1057</sup> <sup>1058</sup> <sup>1059</sup> <sup>1060</sup> <sup>1061</sup> <sup>1062</sup> <sup>1063</sup> <sup>1064</sup> <sup>1065</sup> <sup>1066</sup> <sup>1067</sup> <sup>1068</sup> <sup>1069</sup> <sup>1070</sup> <sup>1071</sup> <sup>1072</sup> <sup>1073</sup> <sup>1074</sup> <sup>1075</sup> <sup>1076</sup> <sup>1077</sup> <sup>1078</sup> <sup>1079</sup> <sup>1080</sup> <sup>1081</sup> <sup>1082</sup> <sup>1083</sup> <sup>1084</sup> <sup>1085</sup> <sup>1086</sup> <sup>1087</sup> <sup>1088</sup> <sup>1089</sup> <sup>1090</sup> <sup>1091</sup> <sup>1092</sup> <sup>1093</sup> <sup>1094</sup> <sup>1095</sup> <sup>1096</sup> <sup>1097</sup> <sup>1098</sup> <sup>1099</sup> <sup>1100</sup> <sup>1101</sup> <sup>1102</sup> <sup>1103</sup> <sup>1104</sup> <sup>1105</sup> <sup>1106</sup> <sup>1107</sup> <sup>1108</sup> <sup>1109</sup> <sup>1110</sup> <sup>1111</sup> <sup>1112</sup> <sup>1113</sup> <sup>1114</sup> <sup>1115</sup> <sup>1116</sup> <sup>1117</sup> <sup>1118</sup> <sup>1119</sup> <sup>1120</sup> <sup>1121</sup> <sup>1122</sup> <sup>1123</sup> <sup>1124</sup> <sup>1125</sup> <sup>1126</sup> <sup>1127</sup> <sup>1128</sup> <sup>1129</sup> <sup>1130</sup> <sup>1131</sup> <sup>1132</sup> <sup>1133</sup> <sup>1134</sup> <sup>1135</sup> <sup>1136</sup> <sup>1137</sup> <sup>1138</sup> <sup>1139</sup> <sup>1140</sup> <sup>1141</sup> <sup>1142</sup> <sup>1143</sup> <sup>1144</sup> <sup>1145</sup> <sup>1146</sup> <sup>1147</sup> <sup>1148</sup> <sup>1149</sup> <sup>1150</sup> <sup>1151</sup> <sup>1152</sup> <sup>1153</sup> <sup>1154</sup> <sup>1155</sup> <sup>1156</sup> <sup>1157</sup> <sup>1158</sup> <sup>1159</sup> <sup>1160</sup> <sup>1161</sup> <sup>1162</sup> <sup>1163</sup> <sup>1164</sup> <sup>1165</sup> <sup>1166</sup> <sup>1167</sup> <sup>1168</sup> <sup>1169</sup> <sup>1170</sup> <sup>1171</sup> <sup>1172</sup> <sup>1173</sup> <sup>1174</sup> <sup>1175</sup> <sup>1176</sup> <sup>1177</sup> <sup>1178</sup> <sup>1179</sup> <sup>1180</sup> <sup>1181</sup> <sup>1182</sup> <sup>1183</sup> <sup>1184</sup> <sup>1185</sup> <sup>1186</sup> <sup>1187</sup> <sup>1188</sup> <sup>1189</sup> <sup>1190</sup> <sup>1191</sup> <sup>1192</sup> <sup>1193</sup> <sup>1194</sup> <sup>1195</sup> <sup>1196</sup> <sup>1197</sup> <sup>1198</sup> <sup>1199</sup> <sup>1200</sup> <sup>1201</sup> <sup>1202</sup> <sup>1203</sup> <sup>1204</sup> <sup>1205</sup> <sup>1206</sup> <sup>1207</sup> <sup>1208</sup> <sup>1209</sup> <sup>1210</sup> <sup>1211</sup> <sup>1212</sup> <sup>1213</sup> <sup>1214</sup> <sup>1215</sup> <sup>1216</sup> <sup>1217</sup> <sup>1218</sup> <sup>1219</sup> <sup>1220</sup> <sup>1221</sup> <sup>1222</sup> <sup>1223</sup> <sup>1224</sup> <sup>1225</sup> <sup>1226</sup> <sup>1227</sup> <sup>1228</sup> <sup>1229</sup> <sup>1230</sup> <sup>1231</sup> <sup>1232</sup> <sup>1233</sup> <sup>1234</sup> <sup>1235</sup> <sup>1236</sup> <sup>1237</sup> <sup>1238</sup> <sup>1239</sup> <sup>1240</sup> <sup>1241</sup> <sup>1242</sup> <sup>1243</sup> <sup>1244</sup> <sup>1245</sup> <sup>1246</sup> <sup>1247</sup> <sup>1248</sup> <sup>1249</sup> <sup>1250</sup> <sup>1251</sup> <sup>1252</sup> <sup>1253</sup> <sup>1254</sup> <sup>1255</sup> <sup>1256</sup> <sup>1257</sup> <sup>1258</sup> <sup>1259</sup> <sup>1260</sup> <sup>1261</sup> <sup>1262</sup> <sup>1263</sup> <sup>1264</sup> <sup>1265</sup> <sup>1266</sup> <sup>1267</sup> <sup>1268</sup> <sup>1269</sup> <sup>1270</sup> <sup>1271</sup> <sup>1272</sup> <sup>1273</sup> <sup>1274</sup> <sup>1275</sup> <sup>1276</sup> <sup>1277</sup> <sup>1278</sup> <sup>1279</sup> <sup>1280</sup> <sup>1281</sup> <sup>1282</sup> <sup>1283</sup> <sup>1284</sup> <sup>1285</sup> <sup>1286</sup> <sup>1287</sup> <sup>1288</sup> <sup>1289</sup> <sup>1290</sup> <sup>1291</sup> <sup>1292</sup> <sup>1293</sup> <sup>1294</sup> <sup>1295</sup> <sup>1296</sup> <sup>1297</sup> <sup>1298</sup> <sup>1299</sup> <sup>1300</sup> <sup>1301</sup> <sup>1302</sup> <sup>1303</sup> <sup>1304</sup> <sup>1305</sup> <sup>1306</sup> <sup>1307</sup> <sup>1308</sup> <sup>1309</sup> <sup>1310</sup> <sup>1311</sup>

การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (สุมาลี ภาณุจนชาติรี. 2525 : 3 ; อ้างอิงมาจาก Torrance. 1963) พบว่าวัยที่คิดอย่างสร้างสรรค์ คือช่วงอายุ 11 - 15 ปี ซึ่งอยู่ในช่วงมัธยมศึกษาตอนต้น ดังที่อาร์ สัตทลวี (2510 : 204) กล่าวไว้ว่าเยาวชนไทยควรจะได้รับฝึกหัดให้มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของเปียเจต์ (Mc Candless and Ellis. 1978 : citing Piaget. 1952) ที่ว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นเป้าหมายแรกของการศึกษา สมควรจะได้รับกระตุ้นและสนับสนุนให้เกิดขึ้นในโรงเรียน นอกจากนี้สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 23) เสนอแนะว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ถ้าครูริเริ่มจัดสถานการณ์ในโรงเรียนที่เอื้อให้ผู้เรียนได้แสดงออกตามแนวความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีกิจกรรมได้ฝึกคิดบ่อย ๆ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาวิธีสอนแบบต่าง ๆ ผู้วิจัยพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนวิธีหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้อย่างเต็มที่โดยอาศัยการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียนและการทดลองโดยเน้นการใช้คำถามประเภทต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงจัดสถานการณ์หรือชี้แนะ และเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมต่าง ๆ ที่พึงประสงค์เท่านั้น ซึ่งการเรียนการสอนตามแนวนี้มีความเหมาะสมและมีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จ แต่ก็มีกบปัญหาเสมอ คือ ครูพยายามสอนตามแนวการสอนในคู่มือของสสวท. ที่สอนเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง พบว่านักเรียนจะไม่พยายามใช้ความคิด การอภิปรายจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน นักเรียนจะใช้ความรู้ประกอบเหตุผล ได้อภิปรายขอบเขตของปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา อภิปรายการทดลองค้นคว้าด้วยตนเอง จะเป็นการพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนให้รู้จักวิเคราะห์แก้ปัญหาคิดสร้างสรรค์ (สมศรี เพชรขจร. 2531 : 2) เพราะการเรียนรู้ไม่มาจากครูแต่ผู้เดียว นักเรียนทุกคนก็เป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญ ถ้าครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนอภิปรายกันเอง จะทำให้เกิดการเรียนรู้ ตลอดจนมีความคิดสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น เพราะการให้นักเรียนถ่ายทอดความรู้ด้วยตนเอง ก่อให้เกิดความเข้าใจ กล้าแสดงความคิดเห็นเนื่องจากการเป็นภาคีพูดคุยกับเพื่อนฝูงในวัยเดียวกัน ช่วยในการสื่อความหมายได้มากขึ้น (Allen. 1976 : 371) / ดังที่ เฮอร์เลย์ (Hurley. 1964 : 23 - 32) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ถ้าครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนอย่างอิสระ จะทำให้เกิดประโยชน์แก่นักเรียนมากที่สุด เพราะวิชาวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะในการเรียน ถ้านักเรียนได้มีโอกาสศึกษาหรือแลกเปลี่ยนกับบุคคลอื่น ๆ ก็เท่ากับผู้ต้นได้ประสบการณ์มากขึ้น (หอมเนวล ใจชื่อ. 2529 : 2)

นอกจากนี้ ถนนอมจิตรต์ เสนา (2525 : 63 - 64) กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกันเองเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดขณะเรียนมากขึ้น รู้จักช่วยเหลือตนเองในการเรียน รวมทั้งรับผิดชอบต่อการทำงานมากขึ้น ฉะนั้นในการเรียนการสอนจึงควรจัดการกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีพัฒนาการในด้านความคิดและคิดสร้างสรรค์ เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนให้มีประสิทธิภาพในแนวทางที่ต้องการ

จากสภาพปัญหา จำนวนนักเรียนมากเกินไป ครูไม่สามารถจะใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและตอบปัญหาได้ทั่วถึง การเรียนการสอนจึงมีความไม่เอียงให้คล้อยตาม เพราะยึดตามแนวคู่มือครู สสวท. เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง นักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น จึงทำให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือในการคิดแก้ปัญหาคิดสร้างสรรค์อยู่ระดับต่ำ และจากความคิดเห็นของนักการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างสถานการณ์ประกอบการอภิปราย เพื่อให้นักเรียนกับนักเรียนอภิปรายด้วยกันเอง โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ว่า จะส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันหรือไม่

### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท.
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ด้านต่าง ๆ ดังนี้
  - 2.1 ด้านความคล่องในการคิด
  - 2.2 ด้านความยืดหยุ่นในการคิด
  - 2.3 ด้านความคิดริเริ่ม
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียน

### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ช่วยให้ผู้สอนเห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียน การสอน พร้อมทั้งได้ชุดสถานการณ์ประกอบการอภิปราย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์อื่นจะนำไปสู่การปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพและเป็น แนวทางในการพัฒนารูปแบบของการสอนวิทยาศาสตร์ให้เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จำกัดอยู่ในขอบเขตของประชากร กลุ่มตัวอย่างและตัวแปรที่จะ ศึกษาครั้งนี้

#### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน วัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 10 ห้องเรียน มีนักเรียน 400 คน

#### 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน วัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวน 80 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบบจับฉลาก จำนวน 2 ห้องเรียน จากจำนวน 10 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน

#### 3. ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 โดยใช้เวลาดลองกลุ่มละ 15 คาบ ๆ ละ 50 นาที โดยผู้วิจัยสอนเองทั้งสองกลุ่ม

#### 4. ตัวแปรที่ศึกษา

##### 1. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ วิธีการสอน แบ่งเป็น 2 วิธีคือ

- 1.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
- 1.2 การสอนตามคู่มือครู สสวท.

##### 2. ตัวแปรตาม ได้แก่

- 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ
  - 2.2.1 ด้านความคล่องในการคิด
  - 2.2.2 ด้านความยืดหยุ่นในการคิด
  - 2.2.3 ด้านความคิดริเริ่ม

## 5. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยเลือกเนื้อหา เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2531 ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนใช้กับกลุ่มทดลองหมายถึง นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยการอภิปรายร่วมกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเป็นรายกลุ่ม โดยการอภิปรายตามแนวคำถามในสถานการณ์ประกอบการอภิปราย โดยมีข้อความหรือรูปภาพเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบและข้อสรุปของบทเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

- 1.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ จากสถานการณ์ประกอบการอภิปราย แล้วร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มตามแนวคำถามที่ให้ไว้เพื่อนำไปสู่การทดลอง
- 1.2 ขั้นทดลองเป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองตามกิจกรรมในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น
- 1.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายเป็นรายกลุ่มตามแนวคำถามในสถานการณ์ประกอบการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐานและนำผลที่ได้สรุปเป็นความรู้ใหม่

2. สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หมายถึงข้อความหรือรูปภาพที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียน ได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยการอภิปรายร่วมกันเป็นรายกลุ่ม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 ชื่อเรื่อง
- 2.2 คำชี้แจงในการใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปราย
- 2.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละกิจกรรม

## 2.4 ชั้นกิจกรรมที่ใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปราย

2.4.1 ชั้นเสนอปัญหา โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นข้อความหรือรูปภาพประกอบการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนกำหนดปัญหา

2.4.2 ชั้นกำหนดสมมติฐาน เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาแล้ว นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนด

2.4.3 ชั้นทดสอบสมมติฐาน เป็นชั้นที่นักเรียนทำการทดลองตามกิจกรรมในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

2.4.4 ชั้นสรุป นักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองตามแนวคำถามที่กำหนดให้

## 2.5 เนื้อหาเพิ่มเติม

3. การสอนตามคู่มือครู สสวท. ใช้กับกลุ่มควบคุมหมายถึงการสอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบและข้อสรุปของบทเรียน มีขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

3.1 ชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นชั้นที่ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาตามแนวคำถามในแบบเรียนและคู่มือครู วิธีการทดลอง และข้อควรระวังในการทดลอง

3.2 ชั้นทดลอง เป็นชั้นที่นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน

3.3 ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นชั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายไปตามแนวคำถามในแบบเรียนและคู่มือครูเพื่อสรุปการทดลองเป็นความรู้ใหม่

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ - ความจำ ความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้ โดยจำแนกตามจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม ซึ่งยึดแนวทางของประวิตร์ ชูศิลป์ (2524 : 25 - 26) โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

4.1 ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกกับสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และสามารถแปรความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

4.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการ

ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งแตกต่างจากที่เคยเรียนรู้มาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหลาย ๆ รูปแบบ เป็นความคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ๆ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิม ให้มีรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย

5.1 ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบได้คล่องแคล่ว รวดเร็วและมีจำนวนคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด

5.2 ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

5.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่มีใครในกลุ่ม

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิดแก้ปัญหาในการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสามด้าน โดยทดสอบคล่องหรือเกี่ยวข้องกับข้อสอบข้อนั้น โดยผู้วิจัยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของสุมาลี กาญจนชาติรี (2525 : 65 - 72) และใช้เกณฑ์การให้คะแนนตาม สุมาลี กาญจนชาติรี

ตาราง 1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท.

<p>การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน</p>	<p>การสอนตามคู่มือครู สสวท.</p>
<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u>          นักเรียนศึกษาจากภาพหรือข้อความแล้วอภิปรายร่วมกันเป็นรายกลุ่มตามแนวคำถามในสถานการณ์ประกอบการอภิปรายเพื่อศึกษาถึงปัญหา และสาเหตุของปัญหาแล้วตั้งสมมติฐาน</p> <p>2. <u>ขั้นทดลอง</u>          นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนตามแบบเรียนเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น</p> <p>3. <u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u>          นักเรียนร่วมกันอภิปรายเป็นรายกลุ่มตามแนวคำถามในสถานการณ์ประกอบการอภิปราย เพื่อสรุปผลการทดลอง</p>	<p>1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u>          ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาตามแนวคำถามในแบบเรียน และคู่มือครูถึงปัญหาวิธีการทดลอง ข้อควรระวัง ในการทดลอง</p> <p>2. <u>ขั้นทดลอง</u>          นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนในแบบเรียน</p> <p>3. <u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u>          ครูนำผลการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่มมาอภิปรายร่วมกันตามแนวคำถามในแบบเรียนเพื่อสรุปผลการทดลอง</p>

## บทที่ 2

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับคำถาม
4. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก
5. เอกสารเกี่ยวกับการอภิปราย
6. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
7. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม
4. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปราย
5. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ทุกวิธีมุ่งที่จะสอนให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งที่มีผู้ให้ ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังที่ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

ไซศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2524 : 5 - 7) ได้ให้ความเห็นว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสพัฒนาความคิด และปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมสำคัญคือ การทดลอง และใช้คำถาม

สุเทพ อู่สาหะ (2526 : 72) ได้ให้ความหมายไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะเป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้เด็กได้พบความจริง เหตุผล กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง การเรียนการสอนเกิดจากการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ได้เอง จากการเก็บข้อมูล สังเกต พิจารณาหาเหตุผลจนเกิดความเข้าใจใหม่ ๆ

ฉวีวรรณ กิณางค์ (2527 : 78) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือ วิธีการโต้ถามหรือการตั้งคำถามเพื่อที่จะให้ได้คำตอบตรงตามความต้องการ โดยใช้เทคนิคกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 502) กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ยังไม่เคยมีความรู้สิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

ซันด์ และโทรวบริดจ (Sund and Trowbridge. 1976 : 53 - 55) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective) อยากรู้อยากเห็น ใจกว้าง

#### ประเภทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

มีการแบ่งประเภทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ดังต่อไปนี้

สุเทพ อู่สาหะ (2526 : 73) ได้แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 2 ประเภทตามบทบาทของนักเรียนที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

1. การสอนแบบแนะแนวทาง (Guided Inquiry) ครูจะต้องช่วยเหลือและแนะนำนักเรียนในการตั้งปัญหาและวิเคราะห์หาลู่ทางในการแก้ปัญหา ตลอดจนจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น นักเรียนจะเป็นผู้ลงมือกระทำและหาข้อสรุปด้วยตนเอง

2. การสอนแบบไม่แนะแนวทาง (Unguided Inquiry) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของบทเรียนมาก โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแล้วร่วมกับนักเรียนวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าว แล้วให้

นักเรียนไปศึกษาหาวิธีการทดลองที่อาจเป็นไปได้หลาย ๆ วิธี แล้วพิจารณาร่วมกันว่าวิธีใดดีที่สุด จากนั้นนักเรียนจึงทำการทดลองและหาข้อสรุป

อนันต์ จันทร์ภวี (2523 : 6) ได้แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. Active Inquiry นักเรียนสืบเสาะหาความรู้โดยการเป็นผู้ถาม ซึ่งครูจะเป็นผู้เฝ้าให้นักเรียนเกิดการซักถามตามขั้นต่าง ๆ จนนักเรียนสามารถลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

2. Passive Inquiry ครูเป็นผู้ถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้เพื่อให้นักเรียนลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

3. Combine Inquiry ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันใช้คำถามตามขั้นต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิด ค้นคว้าหาความรู้ จนนักเรียนสามารถลงสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

หลักจิตวิทยาพื้นฐานที่สนับสนุนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มี 3 ข้อ คือ (ส่ววัฒน์ นิยมคำ. 2517 : 125 - 126)

1. ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาคำตอบนั้น ๆ มากกว่าบอกให้รู้

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุดเมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสให้นักเรียนได้มีการใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

จากหลักจิตวิทยาดังกล่าวจะเห็นได้ว่า นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีโอกาสเข้าร่วมในการเรียนตลอดเวลา ทั้งในการทดลอง การอภิปรายเกี่ยวกับการทดลองแก้ปัญหา และให้ลงมือทำงานเองให้มากที่สุด

ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คาริน และซันด์ (สมสุข ชีระนิจิต. 2526 : 48; อ้างอิงมาจาก Carin and Sund. 1975) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยพิจารณาในแง่ของกระบวนการไว้ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์ หรือปัญหาจากเนื้อหา
2. ตั้งสมมติฐาน

3. ออกแบบการทดลอง
4. ทดสอบสมมติฐาน
5. เขียนข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน

ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

การสร้างสถานการณ์ หรือปัญหาจากเนื้อหา อาจจะกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้การอภิปราย การสนทนา การเล่นเหตุการณ์ และการใช้อุปกรณ์ประกอบการอภิปรายสถานการณ์หรือปัญหาควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของนักเรียนและสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานจะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในขั้นแรกเป็นหลัก โดยใช้คำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่การคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

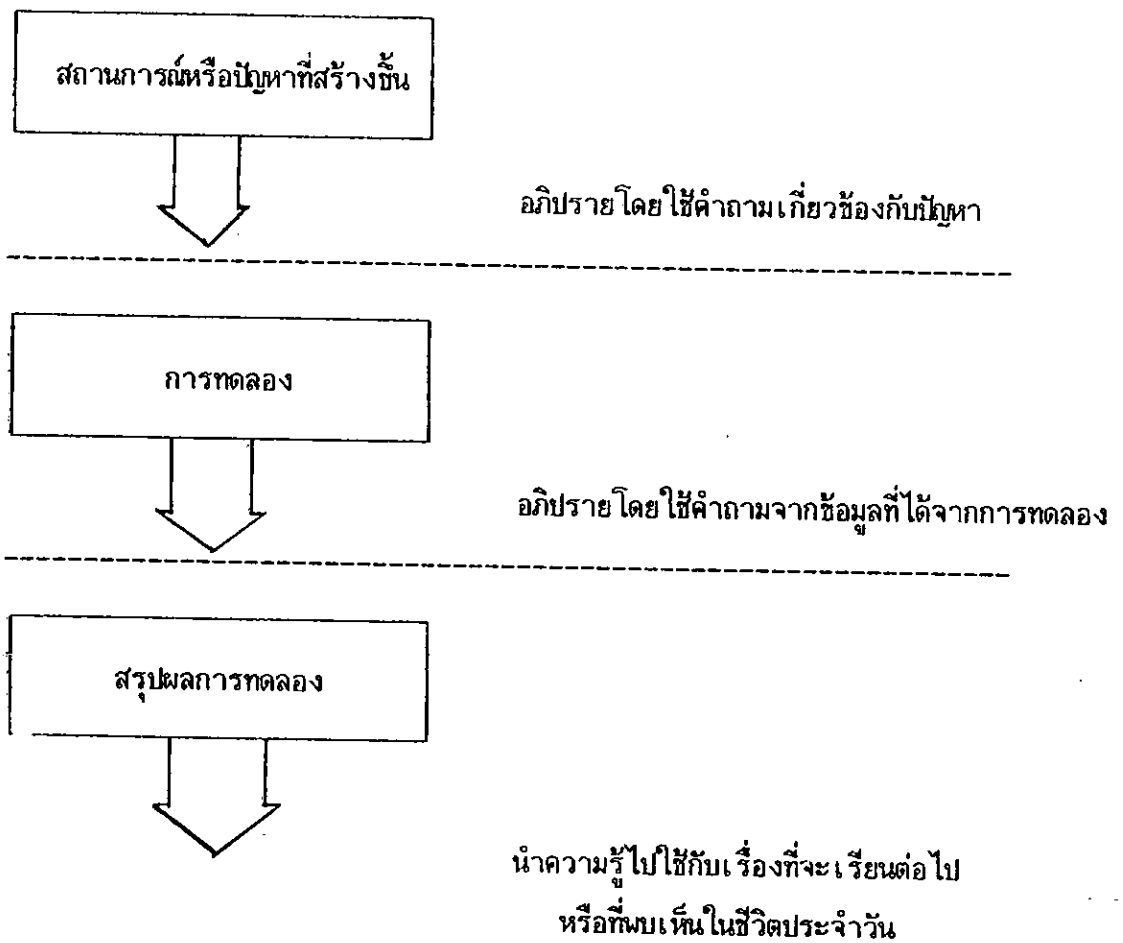
การออกแบบการทดลอง ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลองและระบุถึงวิธีการในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ครูและนักเรียนช่วยกันตั้งไว้

การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นนี้ ได้แก่ การทำการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น อาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาข้างต้น และควรมีคำตอบที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

— สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอนคือ (ประวิตถ์ ชูศิลป์, 2524 : 5 - 6)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิดสงสัย แนะนำแนวทางให้ผู้เรียนหาคำตอบ ตลอดจนให้คำแนะนำในการทำการทดลอง
2. ปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนให้คำแนะนำดูแลควบคุมอย่างใกล้ชิด กระตุ้น สนับสนุน ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน
3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวคิดที่กว้างขวางขึ้นและมีการอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลองด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้ผู้เรียน สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จะมีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายจะเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียน รู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็น มีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝนหรือทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อาจจะเขียนแผนภูมิแสดงได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในภาพประกอบ สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของเนื้อหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหาที่ สถานการณ์หรือปัญหาควรอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและสามารถโยงไปสู่การออกแบบทดลองได้
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน
3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์
4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผล โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม ครูมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรจะมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

สรุปแล้วลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท.นี้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ (สมจิต สวชนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 112)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ต่อปัญหา
2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimal period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะคอยเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post - lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะ

ต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองซึ่งรวบรวมไว้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายเป็นข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่จะเป็นไปได้ด้วยคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ ในตอนนั้นนอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้วยังจะช่วยให้นักเรียนอยาก رؤ้อากเห็น มีแนวความคิดกว้างขวางยิ่งขึ้น

การสอนตามแนวของ สสวท. นี้ มีการใช้คำถามของครูเพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ และเพื่อจะนำไปสู่แนวความคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญซึ่งครูผู้สอนจะต้องมีทักษะการใช้คำถาม

ในการสอนแบบนี้มิได้กำหนดให้ครูเท่านั้นที่เป็นฝ่ายตั้งปัญหาถามนักเรียน แต่ต้องการจะให้ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถามและร่วมกันหาคำตอบ ครูมีหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช่ผู้ใช้คำตอบ เมื่อนักเรียนมีข้อติดขัดตอนใดควรจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิด และพยายามแนะวิธีการเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามในการซักถามปัญหาของนักเรียนครูควรระวังให้นักเรียนรักษาระเบียบอันดีงามของห้องเรียนไว้ด้วย

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า การทดลองและการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ด้วยการค้นหาคำตอบเอง ไม่ใช่เป็นการท่องจำ และเป็นการเรียนรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ต่อไป การเรียนการสอนแบบนี้จะไม่เน้นเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียว แต่มุ่งที่จะพัฒนาทักษะต่าง ๆ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนมากกว่าจะเน้นรายละเอียดปลีกย่อยของเนื้อหาวิชา ฉะนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทุกแขนงของ สสวท. จึงได้นำเอาการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้

#### ลักษณะของห้องเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

เสรีศรี เสวตามร และสาาลี งามศิริ (2521 : 96) กล่าวถึงบรรยากาศในห้องเรียนที่สนับสนุนการสืบเสาะหาความรู้ว่า บรรยากาศที่สำคัญในการเรียน คือบรรยากาศที่ให้โอกาสเด็กค้นคว้า และมีเสรีภาพในการอภิปราย และมีการสร้างสถานการณ์ที่ชวนสงสัย เป็นการดึงดูดความสนใจ

กิจกรรมที่จัดให้นักเรียนในห้องเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ติดต่อหรือทำการค้นคว้าต่อไปจนจบ (Open - ended Experiment) ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับการทดลอง เป็นคำถามชนิดกว้าง ๆ วิธีที่จะใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบถ้านักเรียนสามารถเป็นผู้เลือกได้เองก็จะเป็นการสอนที่ถูกเป้าประสงค์ของการสอนแบบสืบเสาะหา

## ความรู้ที่ยั่งยืน

2. โดยทั่วไปนักเรียนไม่ทราบคำตอบก่อนการทดลอง หรือไม่ทราบผลลัพธ์ล่วงหน้าว่าจะไปในรูปใด เพราะเราต้องการให้นักเรียนได้คิด ได้ฝึกฝนทักษะทางการสังเกต และสรุปผลของการสังเกตเอง
3. ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดมากกว่าเดิม ในการที่จะอ่านหรือแปลความหมาย หรือวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา ครูอาจจะแบ่งนักเรียนออกตามระดับความสามารถเพื่อทำงานด้านวิเคราะห์ข้อมูลในระดับต่าง ๆ เพื่อว่าคำตอบที่ได้มาหลาย ๆ แห่งจะช่วยให้นักเรียนตั้งเป็นกฎเกณฑ์กันจะเป็นประโยชน์ต่อการทดลอง หรืออภิปรายรายการต่อ ๆ ไป
4. ในบางบทเรียนผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองควรไม่เหมือนกัน เพราะให้ต่างคนต่างทดลองด้วยเครื่องมือคนละชนิดหรือคนละขนาด แต่ผลการทดลองที่ได้จากนักเรียนทุกคนจะกลายเป็นข้อมูลของนักเรียนทั้งห้อง ซึ่งอาจนำมาเขียนกราฟเพื่อใช้ทำนายในส่วนที่ไม่ได้กำหนดไว้ใน การทดลองได้
5. การทดลองบางอันสามารถกระตุ้นให้เกิดความริเริ่มในตัวนักเรียน ซึ่งอาจทำให้นักเรียนนำไปค้นคว้าศึกษาต่อที่บ้าน
6. ในบางการทดลองเปิดโอกาสให้นักเรียนเห็นว่า คำถามหลาย ๆ ข้อ อาจหาคำตอบได้จากการทดลองเพียงอันเดียว หรือคำถามอันใดอันหนึ่งอาจหาคำตอบได้จากการทดลองตั้งนี้ขึ้นอยู่กับการมองปัญหาของแต่ละคน

### บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ครู คือผู้แนะนำแนวทางคอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์เพื่อเกิดการเรียนรู้ ฉะนั้นครูจึงมีหน้าที่ 3 ประการ คือ

1. ป้อนคำถามแก่นักเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูต้องรู้จักป้อนคำถาม รู้ว่าจะถามอะไร เด็กจึงจะเกิดความคิด ความจำหรือความเข้าใจ และควรตอบคำถามของนักเรียนบ้าง
2. เมื่อได้ปัญหาแล้ว ให้นักเรียนตั้งขึ้นอภิปราย วางแผนแก้ปัญหา หรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงได้จึงลงมือปฏิบัติการ
3. ถ้าปัญหายากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาหรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ครูและนักเรียนอาจร่วมแก้ปัญหาต่อไป (ส่วตงก์ นิยมค้า. 2517 : 27)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2517 : 6 - 7) ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูที่จะดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้าในด้านเนื้อหา อุปกรณ์ และคำถาม

2. ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนการสอนตลอดเวลา โดยกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลอง และร่วมอภิปราย ครูควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน เมื่อนักเรียนถามอย่างบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง

### บทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526 : - 7) ได้เสนอบทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่ความคิดและหลักการที่สำคัญของบทเรียน

3. แสดงความรู้หรือความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล

4. พยายามซักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้ตอบให้คำแนะนำช่วยเหลือและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาปัญหาตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และลงมือปฏิบัติการทดลอง ตลอดจนสรุปเป็นความรู้ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

### เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ฉะนั้นในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง มีแนวคิด หลักการ กฎ และทฤษฎี ในการค้นคว้าทดลองจะส่งผลให้ผู้ทดลองสามารถฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิด เช่น การสังเกต บันทึกข้อมูล ตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง เป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้ เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 58 - 59) และรายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมีดังนี้ (สสวท. 2526 : 1 - 6)

1. การสังเกต (Observation) การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งออกได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. การวัด (Measurement) การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

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

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/time Relationship) สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ (Using Number) การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขของจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หารและหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction) การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

✓ 9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ ฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังจากการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

✓ 10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

↓ 11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่ทำให้ผลของการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

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

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์ และ/หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

✓ 13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Concluding)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูล

การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจจะต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมา แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 9 ถึง 13

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ฉะนั้นในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้ผู้เรียน ได้ทั้งความรู้ และมีทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้นั้น ๆ ด้วย เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ ในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูควรจะให้โอกาสแก่นักเรียนในการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เพื่อผู้เรียนจะได้ นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และการฝึกให้ผู้เรียนสามารถที่จะแก้ปัญหาได้โดยใช้วิธีวิทยาศาสตร์ก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะให้ผู้เรียน ได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

### เอกสารเกี่ยวกับคำถาม

การใช้คำถามในการเรียนการสอนเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด คาริน และซันด์ (Carin and Sund, 1975 : 23) ได้รายงานวิจัยของเอ็ดมันด์และคนอื่น ๆ ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนของครู พบว่าครูใช้คำถามโดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อเร้าความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน

2. เพื่อประเมินผลการเตรียมตัวของนักเรียนและตรวจสอบความเข้าใจในงานที่มอบหมายหรือบทเรียนที่ผ่านมา

3. เพื่อวินิจฉัยถึงส่วนที่นักเรียน เรียน ได้ดีและเรียนอ่อน
4. เพื่อทบทวนและ/หรือสรุปถึงสิ่งที่สอนไป
5. เพื่อส่งเสริมให้มีการอภิปราย
6. เพื่อชี้แนะให้นักเรียนพบวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา
7. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสวงหาข้อมูลด้วยตนเอง
8. เพื่อช่วยเหลือนักเรียนในการนำสิ่งที่เรียนมาแล้วไปใช้
9. เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเป้าหมายและจุดประสงค์ของบทเรียน

นอกจากนี้ นิเทศน์ จิตต์ภักดี (2523 : 30) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้คำถามในการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

1. ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้รู้จักคิด อยากรู้ และเต็มใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ช่วยในการทบทวนและสรุปบทเรียน
3. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ช่วยพัฒนาความคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์ ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด ช่างถาม
5. ช่วยให้ทราบความคิดเห็นพื้นฐานของนักเรียนและเป็นประโยชน์ต่อการเรียน
6. ช่วยช่วยให้นักเรียนรู้จักใช้วิธีการของตนในการหาความรู้เพิ่มเติม
7. ช่วยในการประเมินผลการเรียนว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่

สำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูสามารถใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดในโอกาสต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ระหว่างการอภิปราย
2. ระหว่างปฏิบัติการทดลอง
3. ระหว่างสาธิตการทดลอง
4. ในการรายงานผลการทดลองของนักเรียน
5. ระหว่างที่มีการใช้สื่อทัศนวัตถุ
6. ใช้ในการประเมินผล

เครื่องมือที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือการตั้งคำถาม คำถามที่ถูกต้อง และเหมาะสมจะกระตุ้นให้นักเรียนสงสัย อยากรู้ เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจะช่วยให้การเรียน การสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ผู้สอนจึงควรทราบถึงประเภทของคำถาม และสามารถ เลือกใช้คำถามที่จะนำไปสู่จุดประสงค์ตามต้องการ

บลูม (Bloom, 1956 : 201 - 207) ได้จำแนกคำถามทางด้านความรู้ (Cognitive Domain) ออกเป็น 6 ประเภทตามลำดับการใช้ความคิดจากต่ำสุดไปหาสูงสุด คือ

1. คำถามชั้นความจำ (Memory) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการระลึกหรือจำเรื่องราวที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว
2. คำถามชั้นความเข้าใจ (Comprehension) เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความ จากสื่อความหมายต่าง ๆ ผู้ตอบจะต้องสามารถดัดแปลง แก้ไขสิ่งที่ยากหรือซับซ้อนให้เป็นสิ่งที่ง่ายขึ้นเพื่อสื่อความหมายให้ชัดเจนขึ้น
3. คำถามชั้นการนำไปใช้ (Application) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีการต่าง ๆ ของเรื่องราวที่เรียนรู้ไปแล้วไปใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าหรือปัญหาใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน
4. คำถามชั้นการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการแยกเรื่องราวหรือแยกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่าประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ อะไรบ้าง และส่วนย่อย นั้นมีส่วนใดที่สำคัญและมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับอย่างไร
5. คำถามชั้นการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความสามารถในการรวบรวมหรือประกอบส่วนย่อยทั้งหลายให้เป็นส่วนรวม โดยที่ส่วนรวมนี้จะมีแบบหรือโครงสร้างใหม่ที่มีความชัดเจนและคุณภาพสูงกว่าเดิม
6. คำถามชั้นการประเมินค่า (Evaluation) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราว เหตุการณ์ บุคคล ความคิดเห็น และทัศนคติ ได้อย่างมีหลักเกณฑ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จำแนกคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูควรใช้ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ (ธงชัย ชิวปรีชา, 2521 : 65 - 67)

1. คำถามเพื่อการสังเกต เป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้ารับรู้สิ่งที่ตนสังเกต แล้วบรรยายเป็นภาษาที่สื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้
2. คำถามเพื่อการอธิบาย เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนนำเอาข้อมูลหรือประจักษ์

พยานที่มีอยู่ประกอบความรู้เดิมมาอธิบายปัญหาหรือปรากฏการณ์

3. คำถามเพื่อการสร้างสมมติฐาน เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยอาจใช้ความรู้เดิมประมวลเข้ากับข้อมูลต่าง ๆ ที่อาจหาได้ในขณะนั้น

4. คำถามเพื่อการออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปร เป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้ความสามารถด้านสังเคราะห์ คือ การนำเอาความรู้และข้อมูลต่าง ๆ มาสัมพันธ์ปะติดปะต่อกันให้เกิดเป็นการทดลองที่สามารถทดสอบสมมติฐานที่ต้องการได้

5. คำถามเพื่อการนำความรู้ไปใช้ เป็นคำถามที่นักเรียนนำเอาความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาไปดัดแปลงใช้ในสถานการณ์ใหม่

กอตศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 23 - 27) ได้จำแนกคำถามตามธรรมชาติของวิชา

วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. คำถามเกี่ยวกับเนื้อหา เป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาหรือตัวความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย

1.1 คำถามความรู้ความจำ หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ กฎ หลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

1.2 คำถามความเข้าใจ หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องจำแนกอธิบายความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างออกไป รวมทั้งแปลความหมายจากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่งได้

1.3 คำถามการนำไปใช้ หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องอธิบายถึงการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2. คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีระบบ และสามารถปฏิบัติตามแนวคิดได้ ซึ่งใช้เป็นกระบวนการในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย คำถาม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ

2.1 คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ โดยอาศัยความสามารถพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์ คิดในสิ่งที่ เป็นรูปธรรม มีประจักษ์พยาน ข้อมูล และผลการทดลองให้เห็นเด่นชัด เพื่อใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 คำถามทักษะการสังเกต เป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งห้าอย่าง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือประสบการณ์ แล้วบรรยายออกมาเพื่อบอกลักษณะ สมบัติ และการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ โดยไม่ใช้ความรู้ของผู้สังเกตลงไป

2.1.1.1 คำถามชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัส

2.1.1.2 คำถามบรรยายเชิงปริมาณของวัตถุโดยการกะประมาณ

2.1.1.3 คำถามบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2.1.2 คำถามทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการเรียงความถี่ จัดลำดับ จัดแยกประเภท คำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจข้อมูลชุดนี้ดียิ่งขึ้น การถามคำถามการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมุ่งให้นักเรียนสามารถ

2.1.2.1 เลือกรูปแบบการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

2.1.2.2 ออกแบบการเสนอข้อมูล

2.1.2.3 บันทึกข้อมูลในตาราง แผนภูมิ แผนภาพ โดยการพูด

2.1.3 คำถามการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมช่วย การถามคำถามการลงความเห็นจากข้อมูลเพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายหรือสรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยตรง โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

2.1.4 คำถามการพยากรณ์ หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องสรุปคำตอบสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า หรือแนวโน้มที่เป็นจริงมากที่สุด โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ ข้อมูลจากการทดลอง หลักการ ทฤษฎี หรือกฎในเรื่องนั้น ๆ มาช่วย อาจจะพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ คำถามพยากรณ์เพื่อให้นักเรียนนำข้อสรุปจากการทดลองที่ผ่านาคาดคะเนคำตอบในเรื่องเดียวกันที่ยังไม่ได้ทดลอง

2.2 คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นคำถามที่นักเรียนได้ฝึกคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรม อาศัยความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ด้าน มาผสมผสานกัน เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแก้ปัญหาในการเรียนและชีวิตประจำวัน ซึ่งประกอบด้วยคำถามต่อไปนี้

2.2.1 คำถามทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง คำถามที่ต้องการให้นักเรียนสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นที่กฎ หลักการ

ฯ คำถามการตั้งสมมติฐานต้องการให้นักเรียนสามารถ

2.2.1.1 สรุปลำดับข้อสงสัยหน้าก่อนการทดลอง

2.2.1.2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามได้

2.2.2 คำถามทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง คำถามที่ให้นักเรียนกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐาน เพื่อการเข้าใจตรงกัน และสามารถทดลองได้

2.2.3 คำถามการออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปร หมายถึง คำถามที่ให้นักเรียนกำหนดวิธีการทดลอง การเลือกใช้เครื่องมือมาใช้ให้เหมาะสมกับตัวแปร รวมทั้งชี้แจงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมติฐานหรือปัญหาที่ต้องการแก้ได้ คำถามการออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปรต้องการให้นักเรียนสามารถ

2.2.3.1 ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองให้

เหมาะสมกับตัวแปร

2.2.3.2 เลือกใช้เครื่องมือและวิธีการใช้เครื่องมือในการทดลองได้อย่างเหมาะสม

2.2.3.3 ชี้แจงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมได้

2.2.3.4 กำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมได้

2.2.4 คำถามการตีความหมายจากข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง คำถามที่นักเรียนต้องบรรยายลักษณะของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง หรือที่มีอยู่ รวมทั้งบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรนั้น คำถามตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปต้องการให้นักเรียนสามารถ

2.2.4.1 บรรยายลักษณะ สมบัติของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือที่มีอยู่

2.2.4.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่

ในทัศนะของผู้วิจัย มีความเห็นสอดคล้องกับ ก่อศักดิ์ ศรีน้อย ที่จำแนกประเภทของคำถามออกเป็น 2 ประเภทดังกล่าว เพื่อให้เป็นไปตามธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ประกอบไปด้วยตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ผู้วิจัยได้แบ่งคำถามออกได้ ดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับเนื้อหา หมายถึง คำถามเกี่ยวกับความรู้หรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 คำถามความรู้ความจำ เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ระลึกถึงสิ่งที่ได้

เรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คณิต ฎ หลักการแนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

1.2 คำถามความเข้าใจ เป็นคำถามที่นักเรียนจะต้องจำแนกความรู้หรืออธิบายความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป รวมทั้งแปลความหมายจากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่งได้

1.3 คำถามการนำไปใช้ เป็นคำถามที่นักเรียนต้องอธิบายถึงการนำความรู้ วิธี การทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป ซึ่งส่วนมากเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2. คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำถามที่ถามแล้ว ต้องการให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีระบบหรือสามารถปฏิบัติตามแนวคิดได้ ประกอบด้วย

2.1 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการสังเกต เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนสามารถใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ ประสิทธิภาพ เหตุการณ์ เพื่อหาข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ หรือกะประมาณจำนวนของสิ่งต่าง ๆ ออกมาได้

2.2 คำถามที่นำไปสู่การวัด เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนสามารถอธิบายวิธีวัด เลือก เครื่องมือวัด ใช้เครื่องมือวัด และบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม

2.3 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการจำแนกประเภท เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียน สามารถแบ่งพวกสิ่งของ เรียงลำดับสิ่งของ โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเอง หรือตามเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนด ให้ และสามารถบอกเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งของ และจัดลำดับสิ่งของที่ผู้อื่นจัดทำไว้แล้ว ได้

2.4 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการคำนวณ เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนสามารถ นับจำนวน และนำตัวเลขที่ได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยได้

2.5 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับ เวลา เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนบอกความสัมพันธ์ระหว่างที่ว่างที่วัดถูกรองที่กับเวลา โดยการบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งต่าง ๆ กับเวลา และการเปลี่ยน ขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

2.6 คำถามที่นำไปสู่การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรม ต่อไปนี้

2.6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

2.6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูล

2.6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

2.6.4 เปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลให้เข้าใจยิ่งขึ้น โดยวิธีเรียงลำดับ หา ความถี่ แยกประเภท คำนวณค่าใหม่ เพื่อให้อยู่ในรูปตาราง แผนภูมิ วงจร สมการ กราฟได้

2.6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระชับรัด จนวนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2.6.6 บรรยายหรือวางแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2.7 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นคำถามที่เมื่อถามแล้ว นักเรียนจะต้องตอบโดยมีการสรุป หรืออธิบาย เกินข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยตรง ซึ่งนักเรียน ต้องเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป โดยใช้ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม และข้อมูลประกอบ

2.8 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการพยากรณ์ เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนสามารถ ทำนายผล เหตุการณ์ และสิ่งที่เกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูล ความสัมพันธ์หลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่เป็นแนวทางได้

2.9 คำถามที่นำไปสู่การตั้งสมมติฐาน เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และ ข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้จากสถานการณ์หนึ่ง ในการกำหนดคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้นอันเนื่องมา การเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่างของสถานการณ์เดิมนั้นหรือคำตอบที่ครูกำหนดข้อมูลแล้ว นักเรียน ตั้งสมมติฐานจากข้อมูลนั้น

2.10 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นคำถามที่มุ่งเน้นให้ นักเรียนกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมมติฐาน เนื่องการ เข้าใจตรงกันและสามารถทดลองได้

2.11 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียน กำหนดว่า ในการทดลองหนึ่ง ๆ จะต้องจัดอะไรให้แตกต่างกัน จะต้องติดตามดูอะไร และจะต้อง จัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง ชีบ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

2.12 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการทดลอง เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนบอกวิธีการ ทดลอง และเลือกอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองได้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

2.12.1 คำถามเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง เป็นคำถามที่นักเรียน ต้องบอกวิธีและขั้นตอนในการทดลอง และอุปกรณ์ในการทดลองให้เหมาะสมกับตัวแปร

2.12.2 คำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง เป็นคำถามที่นักเรียนต้อง

บอกวิธีการทดลองว่าต้องปฏิบัติอย่างไรบ้าง

2.12.3 คำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง เป็นคำถามที่ให้นักเรียนต้อง

บอกวิธีการทดลองว่าต้องปฏิบัติอย่างไรบ้าง

2.13 คำถามที่นำไปสู่ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปเป็นคำถามที่นักเรียนจะต้องบรรยายลักษณะของข้อมูลหรือตัวแปรนั้นอย่างมีเหตุผล

อุบลพงษ์ วัฒนเสรี (2522 : 22 - 27) ได้เสนอว่าข้อควรคำนึงในการใช้คำถามให้มีประสิทธิภาพ มีหลักดังนี้

1. วัตถุประสงค์ในการสอน ครูต้องถามตัวเองก่อนว่าเด็กเรียนเพื่อวัตถุประสงค์อะไร
2. การทิ้งช่วงเวลาให้คิด ก่อนที่จะเรียกชื่อให้นักเรียนตอบ
3. การให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้หลายคน คำถามควรเป็นคำถามที่เปิดกว้าง
4. เมื่อนักเรียนตอบไม่ได้พอ ครูควรถามคำถามซ้ำหรือเพิ่มเติมคำถามให้ชัดเจน
5. การให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมมาตอบคำถาม
6. การให้รางวัลชมเชยเมื่อนักเรียนตอบถูก

อนุกรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 92 - 94) ได้เสนอลักษณะคำถามที่ดีในการสอนวิทยาศาสตร์และวิธีการถามที่ดี ดังนี้

ลักษณะคำถามที่ดี

1. ต้องใช้ภาษาต่าง ๆ ชัดเจนไม่กำกวม เจาะจง
2. ต้องเป็นคำถามให้คิด ทำท่ายและช่วยผู้ให้ตอบ โดยเป็นคำตอบที่ผู้ตอบต้องใช้จินตนาการหรือความคิดใหม่
3. ไม่ควรตั้งคำถามหลายคำถามในขณะเดียวกัน
4. ไม่ควรตั้งคำถามเชิงนิเสธ
5. ต้องมีระดับความยากง่ายพอเหมาะกับระดับชั้นที่เรียน

จากความสำคัญของการใช้คำถามและเทคนิคการใช้คำถาม พอสรุปได้ว่าการใช้คำถามเพื่อที่จะฝึกให้นักเรียนคิดเป็นได้นั้น ครูผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาลักษณะของคำถามและเทคนิควิธีการใช้คำถามให้เข้าใจแจ่มแจ้งก่อน และควรมีการเตรียมคำถามตามลำดับขั้นตอนไว้ใใจก่อนที่จะถามด้วย จึงจะทำให้การถามแต่ละครั้งมีประโยชน์ และฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดได้ ครูจึงควรรู้จักใช้คำถามให้เหมาะสมกับบทเรียน และขั้นตอนในการเรียนการสอน และจะช่วยกันฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้คำถามเพื่อค้นคว้าหาความรู้อันจะเป็นแนวทางให้นักเรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น มีความคิด

สร้างสรรค์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความเห็นสอดคล้องกับนักการศึกษาจึงสนใจเกี่ยวกับการใช้คำถาม

### เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก

การฝึกเป็นกิจกรรมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเรียนการสอน มีผู้ใช้ที่สนใจเกี่ยวกับการฝึกไว้ คือ

ชาอุชัย ลิวิตรังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์ (2523 : 114) ได้กล่าวว่า การฝึกหมายถึง การจัดสภาพการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการจะสร้างแบบฝึกขึ้นมาใช้ต้องคำนึงถึงหลักการสร้างจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก ลักษณะของแบบฝึกที่ดี ประโยชน์ของแบบฝึก หลักการนำไปใช้ ฯลฯ

#### หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทรมพรรย (2522 : 52 - 62) กล่าวถึงแบบฝึกไว้ว่าต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้คือ

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกหัด ซึ่งกล่าวว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องสามารถทำได้ดีในทางตรงกันข้ามสิ่งใดที่ไม่ได้รับการฝึกหัดหรือทอดทิ้งไปนานแล้วย่อมจะทำได้ไม่ดี

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถและความสนใจต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ไม่ง่ายไม่ยากจนเกินไป และควรมีหลาย ๆ แบบ

3. ควรจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายากเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยยั่วยุให้ติดตามต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

ในการสร้างแบบฝึก นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26 - 27) กล่าวว่าต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันจะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือ การให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือ การให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตน โดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าการทำงานของตนเป็นอย่างไรแล้วยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. แรงจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การเรียนแบบฝึกจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกที่สั้นไปสู่แบบฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้ เรื่องที่นำมาสร้างแบบฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบ ตลอดจนมีภาพประกอบเรื่องเพื่อเร้าความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

ฮาร์เรส (Harress. n.d. : 93 - 94) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องแน่ใจว่าภาษาที่ใช้เหมาะสมกับนักเรียนและสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้และตอบสนอง ดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิดเพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนี้จะต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่าแต่ละแบบ แต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร
3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิด แต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร
4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทางความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึก

5. ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด

ไพร์ตัน สุวรรณแสน (2517 : 189 - 190) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดี ดังนี้

1. เกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับวัย และระดับความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่จะทำให้เด็กเข้าใจวิธีทำได้ง่าย คำชี้แจงหรือคำสั่งจะต้อง

กระชับรัด

4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ให้เวลานานหรือเร็วเกินไป
5. เป็นที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถ

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2518 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำแบบฝึกจะต้องมีลักษณะ ดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนานภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต

4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาด้วยตนเอง

นิตยา ฤทธิโยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับและวัย หรือความสามารถของนักเรียน
3. ใช้เวลาเหมาะสม
4. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ในการสร้างแบบฝึกจะต้องมีหลักการในการสร้าง เพื่อให้ได้แบบฝึกที่ดีและสามารถจะนำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่ง วรรณถ น่วงสุวรรณ (2518 : 34 - 37) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบฝึก พอสรุปได้ ดังนี้

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

บัทส์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 40 ; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) ได้เสนอหลักการสร้างแบบฝึก ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษางานทางด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยจะต้องคำนึงถึงความ

เหมาะสมของผู้ที่จะเรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในแบบฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
7. การประเมินผลจะประเมินผลอย่างไร

### ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาทักษะมาก เน็ตตี้ (เน็ตยา กิจโร. 2530 : 42 ; อ้างอิงมาจาก Petty. 1968 : 469 - 472) กล่าวไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้ เพราะเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ
2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล แบบฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น
4. ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนแต่ละครั้ง
5. แบบฝึกจัดเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป
6. การได้ทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนจะได้ปรับปรุงแก้ไขได้ทันที่
7. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่
8. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่ต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ

9. ผู้เรียนมองเห็นความก้าวหน้าของตน

หลักการในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน มีดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจเสียก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าทำได้หรือไม่
3. นิจาร์ณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. นิจาร์ณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่
5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่

6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่จะใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้ว เพื่อศึกษาถึงปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

จากเอกสารที่เกี่ยวกับแบบฝึก ผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์ประกอบการอภิปราย โดยดัดแปลงปรับปรุงมาจากหลักการสร้างแบบของบัทท์ หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องและขั้นตอนการอภิปรายเพื่อพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งมาจากสถานการณ์นั้น ๆ ให้นักเรียนเกิดปัญหา จากการสังเกต หรือ ได้รับข้อเท็จจริงบางประการ โดยจัดสถานการณ์ของการเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาข้อเท็จจริงโดยการอภิปรายร่วมกัน เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

#### เอกสารเกี่ยวกับการอภิปราย

การสอนแบบอภิปรายเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วมในกิจกรรม เป็นการพัฒนาสติปัญญา (cognitive development) ของแต่ละคน เป็นความจริงที่ว่า เด็กจะไม่คิดและไม่สามารถคิดอะไรได้ถ้าครูไม่เปิดโอกาสหรือไม่จัดกิจกรรมให้เขา ได้คิด การอภิปรายนี้เองที่ทำให้เด็กได้ใช้ความคิดเห็นของตนเอง ได้อภิปรายขอบเขตของปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา อภิปรายผลของการค้นคว้า ผลของการทดลองและอื่น ๆ อนึ่งการอภิปรายยังเป็นการท้าทายเด็กให้ร่วมกันแก้ปัญหา ทำให้เด็กต้องค้นคว้าความรู้มาอภิปราย เพราะถ้าเด็กไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นอยู่บ้างก็ไม่สามารถอภิปรายได้ นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมการเคารพในเหตุผลของผู้อื่นและฝึกการทำงานแบบประชาธิปไตย (ส่วรงค์ นิยมคำ. 2517 : 158)

#### จุดมุ่งหมายของการอภิปราย

ศูนย์ศึกษาหลักสูตรชีววิทยา (สมจิต สมัตถพันธ์. 2519, อ้างมาจาก BSCS. 1970 : 130 - 136) กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการอภิปราย ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นพบปัญหาและข้อสรุปด้วยตนเองและพบว่า วิทยาศาสตร์ไม่ใช่สิ่งที่จะเรียนรู้จากสิ่งที่ผู้อื่นได้เรียนไว้แล้ว นักเรียนจะพบว่า การเรียนวิทยาศาสตร์คือ กิจกรรมที่ท้าทายความคิดและการประดิษฐ์

2. การเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียนจะได้พัฒนาทักษะในการตีความหมายของข้อมูล อาจจะทำให้เกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น

### หลักการสอนแบบอภิปราย

การสอนแบบอภิปรายถือว่า นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนอีกแบบหนึ่ง ครูผู้สอนอาจใช้เทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในการอภิปรายได้ ซึ่งจะต้องวางแผนไว้ล่วงหน้า เช่น การกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการ เพื่อให้สามารถนำนักเรียนอภิปรายในขอบเขต นอกจากนี้ควรมีรายการของคำถามเตรียมไว้ และใช้เวลาในตอนท้ายของการอภิปราย วิเคราะห์การได้มาซึ่งข้อสรุป ครูควรให้การสนับสนุนชมเชยหรือให้กำลังใจในการเรียนให้มากที่สุด

การอภิปรายที่ดีจะต้องประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

1. จะต้องมีความมุ่งหมาย และความมุ่งหมายนี้จะต้องประเมินผลได้ด้วย ฉะนั้นครูควรระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมลงไป
2. การอภิปรายควรมีหลักฐานสำคัญ ๆ สนับสนุนจากแหล่งที่เชื่อถือได้
3. เปิดโอกาสให้ทุกคนได้มีส่วนร่วม
4. ทุกคนจะต้องเคารพความคิดเห็นของคนอื่น แม้ว่าจะขัดแย้งกับความคิดเห็นของตนเองของคนอื่นก็ต้องยอมรับว่าถูก
5. หัวข้อปัญหาที่จะอภิปรายควรมีความสำคัญและมีความหมายสำหรับนักเรียนและชุมชน
6. การอภิปรายจะต้องนำไปสู่ข้อสรุปอย่างใดอย่างหนึ่ง

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่ากิจกรรมการอภิปรายเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและค้นหาคำตอบ ซึ่งตามแนวการสอนแบบสืบเสาะของทบวงมหาวิทยาลัย จะจัดกิจกรรมแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้เพื่อนำเข้าสู่ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผน การทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล จนกระทั่งพบคำตอบหรือข้อยุติสำหรับปัญหานั้น ๆ (อำนาจ รุ่งรัศมี. 2525 : 16 - 171 ; อ้างอิงมาจาก สมจิต สมัตถพันธ์. 2519) รายละเอียดของขั้นต่าง ๆ ของการอภิปรายเพื่อพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 เสนอปัญหา ซึ่งเป็นขั้นแรกของการแก้ปัญหา ปัญหาเกิดจากการสังเกตหรือได้รับข้อเท็จจริงบางประการ ฉะนั้นถ้าต้องการให้นักเรียนเกิดปัญหาอย่างไรก็จะต้องให้นักเรียนสังเกตหรือได้ข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กับปัญหาที่ต้องการหน้าที่ของครูในที่นี้ก็คือ การเสนอข้อเท็จจริง หรือจัดสถานการณ์ของการเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสได้สังเกตข้อเท็จจริง เพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาด้วยตัวนักเรียนเอง แต่ครูอาจช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาหรือกำหนดปัญหาจากข้อเท็จจริง เหล่านี้ด้วยการอภิปราย ซึ่งอาจจะเป็นในรูปของคำถามได้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถกำหนดปัญหา ยังไม่

รู้สึกว่ามีปัญหา หรือยัง ไม่มีความสงสัยอยากรู้อะไรที่เกี่ยวกับข้อมูลเหล่านั้น ก็อาจมีสาเหตุจากข้อใด ข้อหนึ่งหรือสองข้อ ต่อไปนี้

ก. ข้อเท็จจริงที่นักเรียนได้รับมีน้อยเกินไป ไม่สัมพันธ์กับปัญหาหรือไม่สัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนซึ่งทำให้ไม่สามารถเข้าใจข้อมูลเหล่านั้น

ข. การอภิปรายไม่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหา ซึ่งจะเกิดจากการเตรียมการเรียนการสอน หรือประสบการณ์ในการใช้คำถามของครูก็ได้

ขั้นที่ 2 กำหนดสมมติฐาน เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายหาคำตอบที่อาจเป็นไปได้หรือตั้งสมมติฐาน แต่ถ้านักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ก็อาจเป็นไปได้ว่า

ก. นักเรียนไม่เข้าใจปัญหาซึ่งอาจเนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่สัมพันธ์กับปัญหา

ข. ปัญหานั้นยากเกินไปสำหรับนักเรียน

ค. ปัญหา นั้นมิได้มาจากนักเรียน หรือไม่ใช่ปัญหาที่นักเรียนยอมรับ แต่เกิดจากการยึดเยียดให้นักเรียน

ควรให้นักเรียนอภิปรายเพื่อหาสมมติฐานให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และควรมีหลายข้อ ซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลจากข้อเท็จจริงบางประการในการตั้งสมมติฐาน ไม่มองปัญหาเพียงด้านเดียว ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นโดยปราศจากการไตร่ตรอง สมมติฐานแต่ละข้อมีคุณค่าแตกต่างกัน ควรให้นักเรียนอภิปรายข้อดี ข้อเสีย หรือประเมินผลสมมติฐานต่าง ๆ เหล่านี้ในด้านต่าง ๆ เช่น

- การใช้ถ้อยคำรัดกุมหรือไม่
- สัมพันธ์กับข้อเท็จจริงหรือไม่
- สัมพันธ์กับประสบการณ์หรือไม่
- แนะนำทางในการตรวจสอบเพียงใด

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบสมมติฐาน เมื่อดังสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปก็คือตรวจสอบสมมติฐาน ซึ่งเป็นขั้นที่จะต้องหาข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อยืนยันว่าสมมติฐานเหล่านั้นเป็นไปได้เพียงใด การตรวจสอบสมมติฐานอาจทำได้ 3 วิธี คือ

ก. โดยการหาข้อมูลเพิ่มเติม

ข. โดยการทำนายข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ล่วงหน้า

ค. โดยการทดลอง ในการทดลองนั้นจะต้องมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อ

การเปลี่ยนแปลงซึ่งเรียกว่าตัวแปร

ในขั้นของการตรวจสอบ ครูควรให้นักเรียนได้วางแผนในการตรวจสอบสมมติฐานหรือถ้าทำได้ก็ให้ดำเนินการตรวจสอบจนได้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง นักเรียนจะมีโอกาสอภิปราย เพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผน วิธีดำเนินการทดลองและการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อที่มีคุณค่า

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปหรือลงความเห็น ซึ่งเป็นขั้นที่มีการแปลความหรืออธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้ออกกับสมมติฐานที่วางไว้ ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ตัดสินว่าจะยอมรับสมมติฐานหรือไม่ หรือควรจะปรับปรุงสมมติฐานอย่างไร จึงเป็นขั้นที่นักเรียนควรจะได้อภิปราย เพื่อแสดงความคิดเห็นและตัดสินใจอย่างเต็มที่

อย่างไรก็ตามแม้ว่าการสอนแบบอภิปรายจะมีหลักการดี มีแนวโน้มว่าจะประสบความสำเร็จ แต่ก็พบว่ามักจะมีปัญหาว่า นักเรียนไม่ค่อยอยากแสดงความคิดเห็นเพราะกลัวผิด นักเรียนไม่ชอบตอบ หรือนักเรียนอยากจดจำคำตอบของครูเพื่อจะนำไปท่อง ปัญหาดังกล่าวนี้อาจจะเกิดขึ้นจากครูหรือนักเรียนก็ได้ แต่ครูผู้สอนควรจะทราบบทบาทในการสอนแบบนี้ให้เสียก่อน จากการเสนอแนะของ สมจิต สมิตถพันธ์ (อำนาจ รุ่งรัตมี, 2525 : 172 ; อ้างอิงมาจาก สมจิต สมิตถพันธ์, 2519) ถึงบทบาทของครู ดังนี้

1. สร้างบรรยากาศในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกอบอุ่น เช่น แสดงให้เห็นว่ามีอารมณ์ดี เยือกเย็น เปิดเผย และมีความกระตือรือร้น
2. ให้อำนาจแก่นักเรียน
3. ทบทวนหรือเน้นคำตอบของนักเรียนที่เห็นว่าความคิดนั้นจะเป็นทางนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือนำไปสู่แนวทางใหม่ที่ดีกว่า
4. พยายามจำความคิดเห็นของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความคิดเห็นที่สำคัญและแสดงลำดับขั้นของความคิด ในการนี้ครูควรจะไม่เอ่ยชื่อเจ้าของความคิดเหล่านั้นด้วย
5. ให้ออกาสให้นักเรียนทุกคนได้ตอบหรือแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึง
6. ชมเชยนักเรียนที่เป็นผู้ฟังที่ดี ที่สามารถติดตามความคิดเห็นของเพื่อนและคอยท้วงติงเมื่อเห็นว่าครูหรือเพื่อนให้ความเห็นที่ไม่ถูกต้อง
7. ให้อเวลาแก่นักเรียนได้คิดหาคำตอบหรือแสดงความคิดเห็น ไม่เร่งนักเรียนให้ตอบทันทีที่ครูตั้งปัญหา ในระหว่างที่มีการอภิปรายอาจมีเวลาเงียบสั้น ๆ สำหรับคิด โรว์ (Rows) ได้เสนอว่าเวลาสำหรับคอยให้นักเรียนคิดอาจจะอยู่ในระหว่างประมาณ 5 วินาที

8. ครูจะต้องมีใจกว้าง ถึงแม้ครูจะไม่เห็นด้วยกับคำตอบของนักเรียน ก็ไม่ควรปฏิเสธหรือบิบบังคับให้นักเรียนตอบอย่างที่คุณต้องการ การสอนแบบอภิปรายจะล้มเหลวทันทีที่นักเรียนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือเข้าใจ ไม่ว่าจะ เป็นความคิดเห็นที่ผิดหรือถูกต้องก็มีคุณค่า เพราะอย่างน้อยก็แสดงให้เห็นว่านักเรียนยืนอยู่ที่ตรงจุดไหนของความรู้ ครูไม่ควรทำตัวเป็นผู้ตัดสินว่าอะไรคือความถูกต้องหรืออะไรคือสิ่งที่ผิด เป็นหน้าที่ของนักเรียนที่จะตัดสินว่าความคิดของเขาผิดหรือถูก ส่วนครูมีหน้าที่เพียงช่วยให้นักเรียนได้ปะทะกับข้อมูลที่มีคุณค่าต่อการตัดสินความคิดของนักเรียน

จะเห็นว่าในการสอนให้มีการอภิปรายนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ครูเป็นเพียงผู้คอยควบคุมและจัดหัวข้อหรือปัญหาให้นักเรียนมาอภิปรายเท่านั้น ดังนั้นถ้าครูได้จัดปัญหาที่มีความชัดเจนให้นักเรียน ได้อภิปรายกันเอง ก็น่าจะทำให้ผลของการอภิปรายประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น

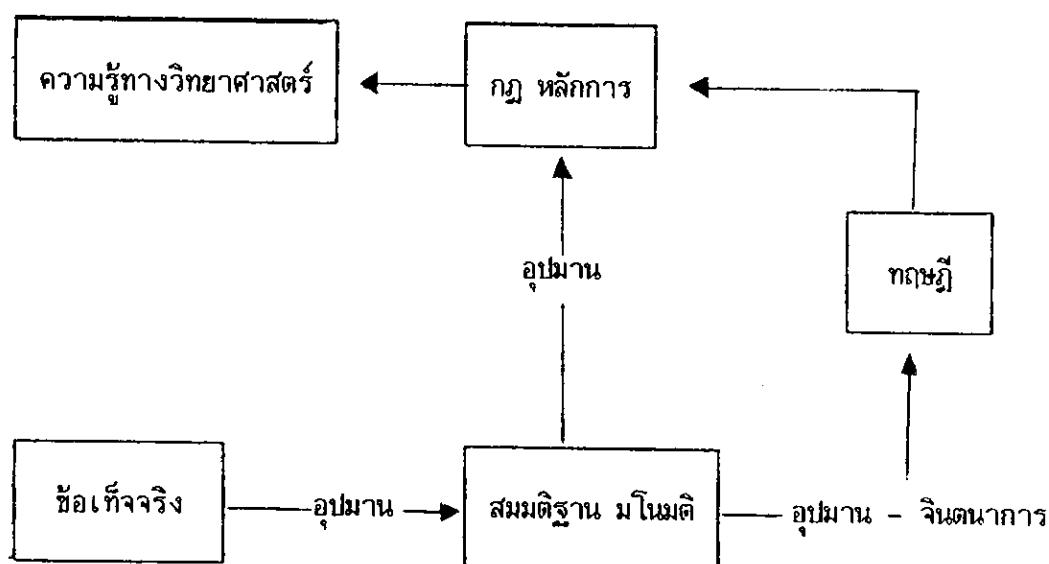
#### เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

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

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

เนื่องจากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทพวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 1 - 15) และสมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 2 - 9) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทพวงมหาวิทยาลัย (2525 : 8 - 13) โดยสรุปดังนี้

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



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

### กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เป็นกระบวนการคิดการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนดังนี้

(สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 9 - 11)

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

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความละเอียด ถี่ถ้วน อุตสาหะ
2. ความอดทน

3. ความมีเหตุผล ไม่เชื่อสิ่งใต้ง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
4. ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียงฝ่ายเดียว
5. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
6. มีความซื่อสัตย์สุจริต
7. สามารถร่วมทำงานกับผู้อื่น
8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียน ได้รับทั้ง เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยจึง ได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ (ประวิตร ชูศิลป์, 2524 : 21 - 23) เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียน ได้ เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้คือ

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
4. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สมจิต สวธน์ไพบูลย์. (2526 : 63 - 69) กล่าวว่ากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานที่ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตาม

ลำดับขั้น คือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองหรือนิรนัย การสรุปผลและนำไปใช้ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นกับลักษณะการนำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ตลอดจนการได้รับการพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหาและเฝ้าหาคำตอบ หรืออาจกล่าวได้ว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

### เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เรามพบว่าทุกสิ่งทุกอย่างของมนุษย์ที่ได้สร้างขึ้นนั้น ส่วนมากเป็นผลมาจากความสามารถในทางสร้างสรรค์ของมนุษย์ ความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานสำคัญ ก่อให้เกิดการพัฒนาวัฒนธรรมและอารยธรรม

#### ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปจัดว่าเป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแก้ปัญหา นักจิตวิทยา นักการศึกษาและนักวิจัย ได้อธิบายความหมายและสรุปแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

บุญลือ ทองอยู่ (2521 : 15) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์คือ ความ

สามารถในการคิดดัดแปลงหรือปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้มีรูปร่างใหม่ มีหน้าที่ใหม่ หรือใช้ใ้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพกว่าเดิม ริเริ่มคือความคิดที่อยู่ในสมองสร้างสรรค์คือการกระทำที่อยู่ในมือ

✓ อารี รังสินนท์ (2527 : 5) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์ค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ไม่ใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ สิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่ไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดเห็นหรือจินตนาการให้เป็นไปได้หรือที่เรียกว่าจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงาน จากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

✓ ทอร์นแรนซ์ (Torrance. 1963 : 47) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือไปจากลำดับขั้นของ

การคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในตัวบุคคลจะคิดได้หลายแง่ หลายมุม ผสมผสานจนได้ผลใหม่ ซึ่งถูกต้องสมบูรณ์ว่า ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยกระบวนการคิด 4 ชั้น คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น (Sensing Problem)
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานี้ (Formulating

hypothesis)

3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น (Testing questions)
4. การสื่อสารผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน (Communicating the results)

/ แอนเดอร์สัน (Anderson: 1970 : 90 - 93) ได้ให้ความหมายของความคิด

สร้างสรรค์ว่า เป็นกระบวนการคิด ซึ่งแตกต่างจากการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical thinking) ตรงที่ว่า การคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับการคิดใหม่ ๆ ซึ่งจะขัดแย้งกับความคิดก่อน ๆ การคิดสร้างสรรค์เป็นการกระทำของการดิ้นประสพการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมด และเป็นการกระทำของการเลือกเนื้อที่จะสร้างแบบแผนใหม่ ๆ ความคิดใหม่ ๆ ออกมา คำว่าใหม่นี้ ถ้าเป็นเด็กเล็ก ๆ กระทำ ก็หมายถึงว่าเป็นความคิดใหม่สำหรับตัวเขา แต่ถ้าเป็นผู้ใหญ่ก็หมายถึงเป็นความคิดใหม่ ๆ ที่ต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

ดีวิตโต (Devito. 1971 : 208) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการในการรวบรวมความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์เข้าด้วยกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการใหม่ ๆ ที่ใช้แก้ปัญหาหรือออกแบบและสร้างสิ่งใหม่ ๆ และได้กำหนดขั้นตอนของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นสัมผัสหรือเผชิญกับสถานการณ์ซึ่งส่วนมากจะเป็นปัญหาต่าง ๆ ปัญหาจะถูกนำมาวิเคราะห์ กำหนดนิยามเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจถึงตัวของปัญหาและส่วนประกอบ
2. ขั้นผสมผสาน (Manipulate) หลังจากรู้สภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ความคิดที่จะแก้ปัญหาจะถูกนำมาผสมผสาน ซึ่งต้องอาศัยความคืบข้องใจและความเข้าใจในปัญหา
3. ขั้นพบอุปสรรค (Impasse) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นบ่อยและเป็นขั้นสูงสุดของการแก้ปัญหา ในขั้นนี้จะมีความรู้สึกว่าวิธีการบางประการในการแก้ปัญหานั้นใช้ไม่ได้ คิดไม่ออก รู้สึกล้มเหลวในการแก้ปัญหา
4. ขั้นคิดออก (Eureka) เป็นขั้นคิดแก้ปัญหาได้ในทันทีทันใด หลังจากพบอุปสรรคมาแล้ว ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในการแก้ปัญหานั้น ๆ

5. **ขั้นพิสูจน์ (Verification)** เป็นขั้นที่ต่อจากขั้นพบอุปสรรคและขั้นคิดออกเพื่อพิสูจน์ตรวจสอบความคิดเพื่อรองรับหรือยืนยันความคิดดังกล่าว

✓ แมคแคนเดส (Mc Candless. 1978 : 216 - 217) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต พฤติกรรมในแง่กระบวนการคือ ความสามารถในการคิดที่ซับซ้อน สามารถแยกแยะและเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รู้จักตั้งสมมติฐานและรายงานผลให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นอกจากนี้ยังได้รายละเอียดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 ประการ คือ

1. การสร้างสรรค์เป็นรูปการอย่างหนึ่งของพฤติกรรมทางปัญญา
2. ทุกคนย่อมมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันในระดับและความบ่อยในการคิด
3. ความสามารถในการสร้างสรรค์สามารถจะพัฒนาขึ้นได้
4. การสร้างสรรค์ควรถือเป็นเป้าหมายแรกของการศึกษา ควรมีการสนับสนุนและกระตุ้นให้มีการปลูกฝังขึ้นในโรงเรียน

5. องค์ประกอบใหญ่ของการสร้างสรรค์ คือ การมีความคิดได้หลายแง่ หลายมุม กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การมีความคิดแบบอเนกนัย

กิลฟอร์ด (นฤมล ยุทธาคม. 2522 : 9 - 13 ; อ้างอิงมาจาก Guiford. 1967) ได้จัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติหนึ่งของโครงสร้างทางสติปัญญา (Structure of intellect) โครงสร้างทางสติปัญญา คือความสามารถทางสมอง ประกอบด้วย 3 ประการ คือ

1. ด้านเนื้อหา (Contents)
2. ด้านวิธีการคิด (Operation)
3. ด้านผลผลิต (Products)

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในมิติการคิด ซึ่งประกอบด้วย 5 ประการ คือ

1. **รู้และเข้าใจ (Cognition)** หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะสามารถเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว
2. **การจำ (Memory)** หมายถึง ความสามารถของสมองในการสะสมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ
3. **การคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking)** หมายถึง ความสามารถของสมองในการตอบสนองได้หลายทางจากสิ่งเร้าโดยไม่จำกัดจำนวนคำตอบหรือคิดได้หลาย ๆ แนวทาง
4. **การคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking)** หมายถึง ความสามารถของ

สมองที่จะสรุปหรือถึงข้อมูลได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถของสมองที่จะประเมินคุณค่าของข้อมูลหรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าดีหรือไม่ดี สามารถปฏิบัติได้หรือไม่ได้

สำหรับความคิดแบบอเนกมัย (Divergent thinking) นั้น กิลฟอร์ด กล่าวว่า เป็นความสามารถที่จะคิดคำตอบได้หลายแนวทางจากข้อมูลที่กำหนดให้ และพบว่าองค์ประกอบของความสามารถในการคิดแบบอเนกมัยมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดแบบอเนกมัย ประกอบด้วย

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้จำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องหน่วย ความสัมพันธ์และระบบ

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแนวทางหรือดัดแปลงข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องจำพวกและการแปลงรูป

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ไม่เหมือนใครหรือคิดสิ่งที่ดีเหมือน ไม่สัมพันธ์กัน ให้เข้าด้วยกันได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องการแปลงรูป

4. ความคิดละเอียดละออ รอบคอบ (Claboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องการแสดงความหมาย

หลักของความคิดของ กิลฟอร์ด (เพเซอร์ ทักซิณ. 2523 : 13 ; อ้างอิงมาจาก Guiford. 1967) มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากกระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากกระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ มีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด คือ

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

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 6) สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เป็นความคิดอิสระ โดยจะเกิดขึ้นขณะที่บุคคลนั้น ๆ เกิดความขัดแย้งในใจขึ้น
2. เป็นจินตนาการประยุกต์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา
3. เป็นผลงานที่บุคคลนั้นค้นพบด้วยตนเอง แม้ว่าผู้อื่นจะค้นพบมาก่อนแล้วก็ตาม

4. เป็นผลงานที่ไม่มีผู้อื่นใดทำมาก่อน
5. เป็นความคิดที่เอนกนัยประกอบด้วยความคิดคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม
6. เป็นความคิดที่โยงสัมพันธ์ได้
7. เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาแล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบสมมติฐาน และรายงานถึงผลผลิตความคิดใหม่ ๆ
8. เป็นกระบวนการทางสมองที่นำประสบการณ์เดิมมาจัดกระทำในรูปแบบใหม่ตามแนวความคิดของตน หรือเป็นการกระทำที่ดึงแนวความคิดเก่า ๆ ออกมาทั้งหมดและเป็นการกระทำของการเลือกเพื่อสร้างแบบแผนใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลผลิตใหม่ออกมา โดยคำว่าใหม่นั้นหมายถึง ใหม่สำหรับตนเองหรือต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดอย่างลึกซึ้ง เพื่อแก้ปัญหา เกี่ยวข้องกับความคิดใหม่ ๆ ที่มีอยู่แล้วในตัวบุคคล ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ แล้วสามารถพัฒนาขึ้นได้

#### ความหมายของการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำว่า "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" ได้มีนักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้

สปรีชา ล้ำเจียก (2522 : 5 - 6) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในตัวนักเรียนที่แสดงออกในเรื่องความคิดหลาย ๆ แ่ง หลาย ๆ มุมมากที่สุด เป็นภารกิจให้เกิดสิ่งแปลกใหม่หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุง ดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปแบบ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมและเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ผู้ที่คิดหาคำตอบได้ในลักษณะหลายแง่มุมและไม่ใช่แบบใครจะเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้คล่องแคล่วรวดเร็ว
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาลักษณะแปลกใหม่และไม่ซ้ำกับคำตอบของผู้อื่น

อนันต์ จันทร์ภวี (2525 : 3 - 10) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้าทดลองและแสวงหาคำตอบหลายวิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรม ตรวจรายงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์ และ/หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 9) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสวงหาคำตอบ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคล่องในการคิด ในการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทัศนีย์ บุญเต็ม (2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นทักษะในการตั้งสมมติฐานและทักษะในการออกแบบการทดลองและการวางแผนการทดลอง

สมจิต สวณโพบูลย์ (2527 : 7 - 11) ให้ความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นทั้งกระบวนการคิดและการกระทำที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเน้นผลผลิตของความคิดที่จะต้องมีความค้ำต่อสังคมและส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่งขึ้นไป

องค์ประกอบของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัย จำแนกได้ 4 ลักษณะ ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด คือ เกิงเต็ม 1930s 15

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

จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ ในส่วนที่เป็นกระบวนการคิดและเป็นการกระทำที่ทำให้เกิดผลิตผลต่าง ๆ แต่จะมีลักษณะพิเศษตรงที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าสอดคล้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยตัวความรู้ (Body of knowledge) และกระบวนการแสวงหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of scientific inquiry)

### ขั้นตอนการเกิดความคิดสร้างสรรค์

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

1. **ขั้นเตรียม (Preparation)** เป็นขั้นของการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทั่วไป และความรู้เฉพาะ เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาโดยอาศัยพื้นฐานของกระบวนการต่อไปนี้

1.1 การสังเกต นักคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องเป็นนักสังเกตที่ดีและสนใจต่อสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ได้พบเห็นเสมอ

1.2 การจำแนก หมายถึง กระบวนการจำแนกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นหมวดหมู่ เพื่อใช้เป็นแนวทางลำดับแนวความคิดต่อไป

1.3 การทดลอง เป็นหัวใจของการสร้างสรรค์งาน เพราะผลการทดลองจะเป็นข้อมูลสำหรับคิดสร้างสรรค์ต่อไป

2. **ขั้นฟักตัว (Incubation)** เป็นขั้นที่ใช้เวลาสำหรับการครุ่นคิดเป็นระยะที่ยังคิดไม่ออก บางครั้งแทบจะไม่ได้ใช้ความคิดเลย การฟักตัวนี้บางครั้งความคิดอื่นจะแวบขึ้นมาโดยไม่รู้ตัว

3. **ขั้นคิดออก (Illumination or Inspiration)** เป็นขั้นของการแสดงภาวะสร้างสรรค์อย่างแท้จริง คือ สามารถมองเห็นช่องทางในการริเริ่มหรือสร้างสรรค์งานอย่างแจ่มชัดโดยตลอด

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

การคิดสร้างสรรค์ของบุคคลไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป แต่ความคิดสร้างสรรค์อาจจะเป็นขั้นตอนหนึ่งขั้นตอนใดในขั้นตอนต่อไปนี้ (บุญลือ ทองอยู่. 2521 : 16)

- |           |   |
|-----------|---|
| ขั้นที่ 1 | การคิดสร้างสรรค์ข้างต้น                                     |
| ขั้นที่ 2 | ขั้นที่ผลผลิตออกมา  |
| ขั้นที่ 3 | ขั้นสร้างสรรค์  |
| ขั้นที่ 4 | ขั้นความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ                     |
| ขั้นที่ 5 | ขั้นปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ             |
| ขั้นที่ 6 | ขั้นความคิดสร้างสรรค์สูงสุด สามารถแสดงความคิดให้เป็นนามธรรม |

### บทบาทของครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตัวจักรสำคัญก็คือ ครูนั่นเอง ครูต้องทำการศึกษาให้เข้าใจเกี่ยวกับวิธีสอนและการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ บทบาทของครูในการที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้แก่

1. ต้องขวนขวายหาความรู้ เทคนิคการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อนำมาประกอบและปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
2. ครูต้องตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นในการจัดกิจกรรมจึงควรจัดให้เหมาะสมกับนักเรียน
- ✓ 3. ส่งเสริมการพัฒนาความคิด การแสดงความคิด ตลอดจนการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. สนใจต่อคำถามของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อไป เพื่อหาคำตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- ✓ 5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล มีวินัยในตนเอง เห็นคุณค่าของเวลา และสนุกต่อการค้นคว้าหาความรู้ตามแนวความคิดของนักเรียน
- ✓ 6. สนับสนุนและช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ได้ทำงานตามแนวความคิดใหม่ ๆ ให้นักเรียนเป็นตัวของตัวเองบ้างในการทำงานสร้างสรรค์
7. ยกย่อง ชมเชย ให้กำลังใจแก่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์หรือมีผลงานที่สร้างสรรค์
8. เน้นความสนใจและให้เห็นคุณค่าต่อกระบวนการแก้ปัญหา การคิดเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน มากกว่าการจดจำเนื้อหา
9. จัดสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้
10. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบาย ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ตั้งสมมติฐานออกแบบการแก้ปัญหาและพยากรณ์ตามความเหมาะสม
11. ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาคิดแก้ปัญหา เพราะการสร้างสรรค์จำเป็นต้องใช้เวลาแก่นักเรียน
- ✓ 12. ให้โอกาสนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของคำถามของเพื่อนนักเรียน

13. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองอย่างอิสระ และการระดมพลังทางสมอง
14. แสดงผลงานทางสร้างสรรค์ของนักเรียนเพื่อเป็นตัวอย่าง
15. ผลิตนิตยสารการใช้คำถามของครู เพื่อเป็นแนวทางในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2527 : 36 - 37)

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 30) ได้สรุปกลวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ขั้วขั้ว ซึ่งประกอบด้วยข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ ของจริง อุปกรณ์จำลอง ชำความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฯลฯ
2. จัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมอง การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนได้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น โดยไม่ต้องคำนึงว่าความคิดเห็นนั้น ๆ จะถูกต้องหรือไม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหลายทาง คิดได้มากในเวลาจำกัด ฝึกให้นักเรียนรู้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม
3. การจัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดคิดโดยการกระทำ เช่น มอบปัญหาให้และกำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมหรือการเลือกรูปแบบในการสื่อความหมาย
4. การจัดกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมที่คำนึงถึงความสำเร็จนี้ถือว่า เป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่น่าจะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายในช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้น ใคร่จะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น
5. จัดกิจกรรมให้ฝึกเป็นรายบุคคล ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมนั้น นอกจากฝึกให้ทำงานเป็นกลุ่มแล้ว ก็ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกเป็นรายบุคคลบ้าง เพื่อการพัฒนาความสามารถแห่งตนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ตามเอกลักษณ์

บรรยากาศการเรียนการสอนที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บรรยากาศในการสอน เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการจัดการเรียนการสอนครูเป็นผลจักรสำคัญในการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน บรรยากาศในการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ครูสร้างขึ้นได้ คือ

1. บรรยากาศที่ให้ความรักความอบอุ่น
2. บรรยากาศแห่งความปลอดภัย
3. บรรยากาศที่ให้อิสระเสรีภาพในการแสดงออก
4. บรรยากาศที่เอื้อต่อการค้นคว้าความรู้
5. บรรยากาศแห่งการยกย่อง

สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ครูควรสร้างให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพราะเป็นการกระทำที่จะส่งเสริม  
การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (สมจิต สวณไพบลีย์. 2526 : 37 - 39)

บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

วัลท์ตัน (ประดิษฐ์ สันนเอื้อ. 2527 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Washon. 1967) ได้  
กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น นักเรียนควรมีโอกาสในการ  
กระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ซักถามทั้งในระหว่างและหลังการบรรยาย การอภิปรายและการปฏิบัติการทดลอง
2. อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียนและไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอ
3. เสนอข้อคิดหรือกระบวนการ แม้ว่า เป็นสิ่งที่ทุกคนยอมรับแล้ว ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาส  
ให้ได้รับสิ่งใหม่ๆ
4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้ยอมรับว่า วิธีการลองผิดลองถูกนั้น  
เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง
5. มีอิสระในการสร้างสรรค์งานนอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้
6. ให้นักเรียนยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถ  
ในการจดจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศ  
ในการเรียนการสอนให้ดีจะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่ง ประทุม ทองชุม (2522 : 19)  
ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นควรจะให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดง  
ความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระที่จะหาประสบการณ์การเรียนรู้ มีบรรยากาศใน  
การเรียนการสอนที่ไม่เข้มงวดเกินไป และในวิชาวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้ค้นคว้าทดลอง  
เพื่อแก้ปัญหาและควรจะเน้นที่กระบวนการมากกว่าเนื้อหาวิชา

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน เช่น เนื้อหาของหลักสูตร วิธีสอน ตัวครู ตัวนักเรียน ตลอดจนบรรยากาศในการเรียน โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ควรจะเน้นให้นักเรียน ได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีเสรีภาพที่จะคิด และที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ตัวครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความยืดหยุ่นยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน ตลอดจนมีความเข้าใจในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างดี

#### งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รุจี โรจนประศาสน์ (2523 : 47 - 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 640 คน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

เชาวนีย์ อะยะวงค์ (2526 : 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อผสมและครูฝึกซึ่งมีแผนการฝึกลำดับขั้นตอนของการฝึกที่เหมือนกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.4 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ก่องศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 81 - 83) ได้ศึกษาการใช้คำถามแบบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.3 จำนวน 105 คน แบ่งเป็นกลุ่ม ๆ 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 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์

กับการสอนตามคู่มือครู ส่วท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ส่วนอีก 30 คน สอนตามคู่มือครู กลุ่มทดลองโดยเน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์ผลการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

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

หอมนวล ใจชื่อ (2529 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน พบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมศรี เพชรขจร (2531 : 65 - 66) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

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

แลค และ แอนเดอร์สัน (Ladd and Anderson. 1970 : 395 - 400) ได้ศึกษาระดับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากคำถามของครูเพื่อดูผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มี

ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ครูที่มีระดับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงและต่ำ จำนวน 40 คน สอนนักเรียน 40 ห้องเรียน นักเรียนที่เรียนจากครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ในการทำข้อสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ต่ำได้มากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียน โดยครูสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและ ได้ผลเช่นเดียวกับข้อสอบ สืบเสาะหาความรู้ในระดับสูง และข้อสอบทั้งสองฉบับ

โคลีเบส (Kolebas. 1972 : 4443 - A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอย (Olarinoye. 1978 : 4848 - A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง (Guided inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry role approach) ใช้วิชานิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง และกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1976 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guide inquiry discovery approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository - text approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทางในการค้นพบ กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่าผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าการสอนแบบนี้จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ ยังพบด้วยว่า มีงานวิจัยที่สนับสนุนเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนปกติ ดังนั้น จึงควรมีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บุญรัตน์ ศิริราชากุล (2522 : 1 - 55) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตการศึกษา 3 กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนอันละ 713 คน จากโรงเรียน 3 โรงเรียน ซึ่งสุ่มจากโรงเรียนรัฐบาลสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตการศึกษา 3 ผลการวิจัยสรุปได้ว่ามีข้อค้นพบที่ปฏิเสธสมมติฐานของการวิจัยทั้ง 2 ข้อ คือ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดีกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดีกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุทธิ สุชินโรจน์ (2523 : 76) ได้ทำการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน ซึ่งปรับค่าแล้วเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่า เอฟ (F-test) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .05 แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและ ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการมีความแตกต่างกัน
2. ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน คะแนนการทดสอบหลังเรียน และคะแนนสอบหลังเรียนที่ปรับค่าแล้ว เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง สรุปได้ว่า ผลการเรียนโดยวิธีสืบเสาะทั้งแบบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น แต่กลุ่มที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการสูงขึ้นมากกว่ากลุ่มที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

ผกามาศ วรรณสันติกุล (2524 : 47 - 48) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน ผลปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิ่งฟ้า สินธุ์ (2525 : 1 - 119) ได้ทำการศึกษาผลของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตการศึกษา 9, 10, 11 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2,401 คน จากโรงเรียน 14 โรงเรียน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2,646 คน จากโรงเรียน 14 โรงเรียน โดยมีจุดประสงค์ของการวิจัยเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่
2. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มาจากโรงเรียนในเขตอำเภอเมืองจะทำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่มาจากโรงเรียนนอกเขตอำเภอเมืองหรือไม่ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้
  - 2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของทุกโรงเรียนทำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ได้สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
  - 2.2 นักเรียนทั้งสองระดับชั้น จากโรงเรียนที่อยู่ในเขตอำเภอเมืองทำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนทั้งสองระดับชั้น จากโรงเรียนที่อยู่นอกเขตอำเภอเมือง
  - 2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความยากสูงกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

เซอร์ลิน (Serlin. 1977 : 5729 - A) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติการแบบค้นพบ (Discover Laboratory) ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาเทอม 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัสที่จะใช้เป็นวิชาพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์เพื่อทำการทดสอบทักษะทุกด้าน ผลปรากฏว่า แต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์ร่วม ได้แก่ อายุ ระดับชั้น เพศ คะแนนจากส่วนภาษา และคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบ S.A.T. จำนวนภาคเรียนของวิชาเคมี ชีววิทยาและฟิสิกส์ หลังจากการสอนจึงทำการทดสอบทักษะอีกครั้ง ผลการวิจัยพบว่าเพศชายมีทักษะในการแก้ปัญหาสูงกว่าเพศหญิง การปฏิบัติการแบบ

การค้นพบมีผลในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ไม่มีผลแตกต่างต่อนักเรียนในด้านอื่น

เกเปลและรับบ้า (Gabel and Rubba 1977 : 503 - 511) ได้วิจัยเกี่ยวกับผล การสอนและประสบการณ์การฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครู แผนกวิชาประถมศึกษาในมหาวิทยาลัยอินเดียน่า (Indiana University) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ปีการศึกษา ค.ศ. 1975 จำนวน 58 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู ซึ่งปรับปรุงโดย AAAS จากผลการวิเคราะห์ ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า นักเรียนครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่ม จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง กว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่ม

จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาทางความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ดังนั้น ในการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ครูควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้ปฏิบัติ ฝึกฝนความคิด และ แก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความ รู้เพื่อส่งเสริมด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

### งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม

อนันต์ จันทร์ทวี (2523 : 113 - 115) ได้ศึกษาผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม.2 ของโรงเรียนมัธยมในส่วนกลางปีการศึกษา 2522 จำนวน 1,237 คน ก่อนการทดลองได้ เชิญครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองมาประชุมปฏิบัติการเพื่อเพิ่มทักษะการใช้คำถาม ขณะที่สอนส่ง เอกสารประกอบการใช้คำถาม จำนวน 3 เล่ม ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ หลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน นักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม.2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

สมสมัย สมทรัพย์ (2529 : 103) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้น ม.1 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนที่เน้นคำถาม แบบกว้าง กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนที่ใช้คำถาม ตามคู่มือครู ผลการศึกษานพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 กับกลุ่มควบคุม

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

บั๊กกี (Buggy. 1971 : 2543 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามให้นักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมของนักเรียนเกรด 2 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้บทเรียนที่เตรียมไว้ ซึ่งใช้คำถามระดับสูง 70% และคำถามระดับความรู้ความจำ 30 % กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 30% และคำถามระดับความรู้ความจำ 70% กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม หลังจากเรียนจบแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบแบบปรนัย ซึ่งมีคำถามในแต่ละพฤติกรรมของบลูม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 70% มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 30% และกลุ่มควบคุม และยังพบว่า นักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 30% มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมเช่นเดียวกัน

ซาเวจ (Savage. 1972 : 2245 - A) ได้รับการทดลองทำนองเดียวกับบั๊กกี โดยทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามในห้องเรียนกับผลสัมฤทธิ์วิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนเกรด 5 ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

#### งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปราย

ยุพิน จิรสุภานนท์ (2522 : ง) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง "ภาคตัดกรวย" โดยวิธีสอนแบบบอกให้รู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปราย ผลการสอนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และร้อยละ 92.62 ของนักเรียนเห็นว่าการเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปรายทำให้ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เกิดความพอใจที่ได้ทำงานร่วมกันและช่วยแก้ปัญหา นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 95.24 เห็นว่าการเรียนแบบนี้ช่วยให้มีโอกาสฝึกในด้านการตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ และรู้จักช่วยเหลือตนเองในการเรียน

ถนนมจิตรต์ เสนมา (2525 : 61) ได้ทำการสอนเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการสอน ผลการสอนสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบจัดกิจกรรมระหว่างนักเรียนกับนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการเรียนแบบนี้ระดับปานกลางมีบางข้อที่เห็นด้วยในระดับมาก คือ รู้จักช่วยเหลือตนเอง กระตุ้นให้ใช้ความคิด

ขณะเรียน ฝึกการทำงานร่วมกัน เป็นหมู่คณะ

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

สมศรี เพชรขจร (2531 : 65) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปรายจะเห็นว่า การสอนแบบนี้ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจ และร่วมกันแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้มาก ซึ่งมีแนวโน้มที่น่าจะทำได้ให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ดีขึ้น

### งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

#### งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ภายในประเทศ

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 67 - 68) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีในการตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ในการทดลองทั้งสองกลุ่มใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองไม่มีการประเมินผลแต่กลุ่มควบคุมจะได้รับการประเมินผลทุกครั้งของการฝึกและบันทึกคะแนนไว้ หลังจากฝึกครบ 15 ครั้ง ทำการทดสอบทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

กอตี้คดี ศรีน้อย (2527 : 79) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริอร ใ้ภูนิรัตน์ (2527 : 50 - 52) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกหัดรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประดิษฐ์ สันนเอื้อ (2527 : 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

พรรณา หิมารัตน์ (2527 : 47 - 51) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ อุกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์ กลุ่มที่ 3 ศึกษาเฉพาะชุดการเรียนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่ม 2 ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ทำโครงการและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่ศึกษาจากชุดอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

จุลจักร โนนันท์ (2529 : 57) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน อันประกอบด้วยความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม หลังการสอนแล้วระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้เกม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทุกด้าน สูงกว่านักเรียนด้วยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอภิปราย

### งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ

เรด (สฺวิมล ชอบทำกิจ. 2522 : 26 ; อ้างอิงจาก Reid. 1773) ได้ศึกษาผลการสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง (direct detailed) กับการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง (directed discovery) ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง จะมีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้งในทางความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม โดยทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง

พินิคค์ (Penick. 1976 : 307 - 314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการสอน 2 แบบ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 5 แบบที่ 1 การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Student Structured Learning in Science - SSLS) และการสอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน (Teacher - Structured Learning in Science - TSLS) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS และ TSLS ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (Verbal creativity) ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางด้านรูปภาพ (Figural creativity) พบว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TSLS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บิลล์ (Bills. 1976 : 417 - 421) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 5 จำนวน 306 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน เป็นชาย 68 คน หญิง 74 คน กลุ่มควบคุม 191 คน เป็นชาย 95 คน เป็นหญิง 96 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่สติปัญญาสูง ปานกลาง ต่ำ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาของ Large Thorndike ทดสอบก่อนและหลังการสอนด้านแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรที่ควบคุม คือ เพศ I.Q. ผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและวิธีสอน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีความสำเร็จด้านความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนหญิงที่สติปัญญาสูงทำคะแนนด้านความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluence) เป็นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่สำคัญหนึ่งของมนุษย์ ที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ในตัวนักเรียน แต่ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ อันได้แก่ ความเป็นอิสระในการเรียน สภาพแวดล้อม ตัวนักเรียน และครูในด้านความเป็นอิสระในการเรียนนั้น นักเรียนจะต้องได้เรียนรู้ด้วยตนเอง

ซักถามจากเพื่อน ๆ ต้องฝึกคิดบ่อย ๆ ซึ่งวิธีการฝึกคิดที่ได้ผลวิธีหนึ่งก็คือ การตั้งคำถาม แล้วหาคำตอบจากคำถามนั้นให้มากที่สุด เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ปัจจัยดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้

### สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 ด้านความคล่องในการคิด
- 2.2 ด้านความยืดหยุ่นในการคิด
- 2.3 ด้านความคิดริเริ่ม

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 10 ห้องเรียน มีนักเรียน 400 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว. 101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย แบบจับฉลาก จำนวน 2 ห้องเรียน จากจำนวน 10 ห้องเรียน จากนั้นจับฉลากอีกครั้ง เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน

กลุ่มทดลอง เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

กลุ่มควบคุม เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู สสวท.

##### เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาเรื่อง น้ำเพื่อชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

##### ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในปีการศึกษา 2533 ภาคเรียนที่ 1 โดยทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที

### แบบแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest Posttest Design (ลิ้น สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 216) ซึ่งมีลักษณะของแบบแผนการทดลองตามตารางดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>
CR	T <sub>1</sub>	-	T <sub>2</sub>

### สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E แทน กลุ่มทดลอง
- C แทน กลุ่มควบคุม
- T<sub>1</sub> แทน การสอบก่อนที่จะทำการทดลอง
- T<sub>2</sub> แทน การสอบหลังจากการทดลอง
- X แทน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
- แทน การสอนตามคู่มือครู สสวท.

### เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
2. แผนการสอนตามคู่มือครู สสวท.
3. สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

4. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต
5. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2531 กระทรวงศึกษาธิการ จัดทำ โดย สสวท.
2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอน จากคู่มือครูแบบเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต
3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดต่อเนื่อง และความคิดรวบยอด จากเนื้อหา เรื่องน้ำเพื่อชีวิต
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา
5. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับคำถามและคำถามนำไปสู่ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์
6. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการฝึกทักษะ
7. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการอภิปราย
8. สร้างแผนการสอนทั้งหมด 15 คาบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
  - 8.1 ความคิดรวบยอด
  - 8.2 จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 8.3 กิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วย
    - 8.3.1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลองนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายปัญหา จากสถานการณ์ตามแนวคำถามในสถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เพื่อนำ ไปสู่การทดลอง
    - 8.3.2 ขั้นทดลองเป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองตามกิจกรรมในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
    - 8.3.3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลองนักเรียนร่วมกันอภิปรายเป็นรายกลุ่ม ตามแนวคำถาม ในสถานการณ์ประกอบการอภิปราย เพื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป ตรวจสอบ สมมติฐานแล้วร่วมกันอภิปรายสรุปผลที่ได้เป็นความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้

ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน

9. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

10. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน วัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่อง เกี่ยวกับภาษา เวลา สถานการณ์ และกิจกรรมที่กำหนด เป็นต้น

11. นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

สำหรับแผนการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนเช่นเดียวกับการสอนของกลุ่มทดลอง แต่ต่างกันเพียงกิจกรรมการอภิปรายก่อนและหลังการทดลองซึ่งครูรวม อภิปรายกับนักเรียน

สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึกที่ใช้สถานการณ์ประกอบ
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. สร้างสถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน โดยใช้คำถามสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งยึดหลักการสร้างแบบฝึกของบัทท์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 40 ; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) ดังนี้

- 4.1 ก่อนจะสร้างต้องกำหนดโครงร่าง
- 4.2 ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
- 4.3 เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
- 4.4 แจกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ
- 4.5 กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละกิจกรรมให้เหมาะสม
- 4.6 กำหนดเวลาที่จะใช้ให้เหมาะสม
- 4.7 การประเมินผล ประเมินอย่างไร

นอกจากนี้ ได้นำขั้นตอนต่าง ๆ ของการอภิปรายเพื่อพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของ สมจิต สมิตถันท์ (2519 : 34) มาไว้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของสถานการณ์ประกอบการ

อภิปราย ซึ่งประกอบด้วย

- ขั้นที่ 1 ขึ้นเสนอปัญหา
- ขั้นที่ 2 กำหนดสมมติฐาน
- ขั้นที่ 3 ทดสอบสมมติฐาน
- ขั้นที่ 4 สรุปผลการทดลอง

แล้วนำมาสร้างสถานการณ์ประกอบการอภิปราย โดยมีรายละเอียดดังที่กล่าวมาแล้ว

5. นำสถานการณ์ประกอบการอภิปราย ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ตรวจสอบคุณลักษณะ โครงสร้างตามความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรม สื่อ การประเมินผลเพื่อปรับปรุงแก้ไข

6. นำสถานการณ์ประกอบการอภิปรายที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้น ม.1 ของโรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองเป็นรายบุคคล เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาที่ใช้ ปัญหาต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข แล้วทดลองเป็นรายกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน จำนวน 2 กลุ่ม เพื่อดูปัญหาที่บกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขจากนั้น นำไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 50 คน เพื่อดูปัญหาที่บกพร่องอีกครั้ง เพื่อนำมาปรับปรุง

7. นำสถานการณ์ประกอบการอภิปราย ไปใช้จริง

#### แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
2. วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง โดยพฤติกรรมเป็น 4 ด้าน คือ
  - 2.1 ด้านความรู้ ความจำ
  - 2.2 ด้านความเข้าใจ
  - 2.3 ด้านการนำไปใช้
  - 2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. นำผลการวิเคราะห์มาสร้างข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์และเนื้อหาและพฤติกรรม โดยสร้างตามพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องตามภาษาเพื่อแก้ไขปรับปรุง

5. นำข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

6. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan, 1952 : 6 - 32) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

7. นำข้อสอบที่คัดเลือกเข้าฉบับ แล้วนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวน 100 คน นำคะแนนที่ได้ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168 - 170) ได้ค่าความเชื่อมั่น .76

#### แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 65 - 72) ซึ่งผู้วิจัยได้หาคุณภาพแล้ว

1. ลักษณะของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนตอบอิสระในเวลาที่กำหนด มีจำนวน 3 ข้อ ดังนี้

1.1 "การใช้ประโยชน์" ให้นักเรียนเขียนว่าจะใช้ประโยชน์จากบริเวณส่วนต่าง ๆ ของพื้นดินที่กำหนดให้ ในภาพได้อย่างไร โดยอาจใช้บริเวณหนึ่งซ้ำได้ พยายามคิดให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้

1.2 "นักประดิษฐ์" ให้นักเรียนคิดประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นไปได้จากอุปกรณ์และวัสดุที่กำหนดให้ โดยบรรยายวิธีทำ เครื่องมือหรือเครื่องใช้แต่ละชุดวาดรูปและบอกการนำไปใช้อย่างย่อ

1.3 "นักค้นคว้า" ให้นักเรียนพยายามคิดหาวิธีที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ จาก ข้อความที่กำหนดให้ อธิบายวิธีทดลองอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ สารเคมีอย่างอื่นประกอบ ด้วยก็ได้

2. การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสามข้อ แต่ละข้อตรวจให้คะแนนสามด้าน คือ ด้านความคล่องในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

2.1 ความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ตามเงื่อนไขของ แบบทดสอบ โดยให้คะแนนตอบที่เป็นไปได้ คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

2.2 คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีที่แตกต่างกันแล้วให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

2.3 ความคิดริเริ่ม พิจารณาโดยการหาความถี่จากคำตอบ ของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่เป็น 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

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อ ได้จากผลรวม ของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้งสามข้อ

3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ใช้แบบทดสอบ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติรี ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลองนำคะแนนที่ได้จาก การทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร ฮอยท์ Hoyt 's Anova Procedure. (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 172) ได้ค่าความเชื่อมั่น .97

### วิธีดำเนินการทดลอง

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ให้มีนักเรียนกลุ่มละ 40 คน ดังได้กล่าวไว้ใน เรื่องกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
3. ทำการทดลองโดยการสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้
  - 3.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
  - 3.2 กลุ่มควบคุม สอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู สสวท.
4. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง แล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ฉบับเดิม
5. นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการหาค่าทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. โดยใช้ t-test ในรูป Difference Score
2. ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. โดยใช้ t-test ในรูป Difference Score
3. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ t-test แบบ Dependent

#### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน
  - 1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )
  - 1.2 หาค่าความแปรปรวน ( $S^2$ )

## 2. หาคณพภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan, 1952 : 6 - 32)

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168)

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

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

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

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ 1 - p

$S_c^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร Hoy's Anova Procedure (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 173)

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

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$MS_E$  แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

$MS_p$  แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน

### 3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ Difference Score (Scott. 1962 : 264)

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

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

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

- เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t-distribution
- MD<sub>1</sub> แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
- MD<sub>2</sub> แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม
- D<sub>1</sub> แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
- D<sub>2</sub> แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

$S^2_D$	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
$n_1$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
$n_2$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
$S_{MD_1 - MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนการเรียนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2 วิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่มของนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test ในรูป Difference Score

✓ 3.3 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอน ภายในกลุ่มทดลองและภายในกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติ แบบ t-test Dependent (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 87)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	N	แทน	จำนวนคู่

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัย ได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

D แทน ผลต่างของคะแนน

$\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\bar{X}_1$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง

$\bar{X}_2$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง

MD แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนน

$S_{MD_1} - MD_2$  แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อน  
การเรียนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$S^2_D$  แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนและก่อนการ  
เรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง แทน กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ที่ประกอบ  
การอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

กลุ่มควบคุม แทน กลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท.

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาคั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ทดสอบโดยใช้ t-test ในรูป Difference Score ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1 - MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	40	15.25	23.50	8.25	0.737	0.95
กลุ่มควบคุม	40	14.95	22.83	7.88		

$$t(.05, 78) = 1.980$$

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 ที่กำหนดไว้

2. ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ทดสอบโดยใช้ t-test ในรูป Difference Score ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1 - MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	40	41.85	60.85	19.00	1.77	8.15**
กลุ่มควบคุม	40	44.78	48.90	4.12		

$t(.01, 78) = 2.616$  \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 4 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ที่กำหนดไว้

2.1 ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิดของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ได้ผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1 - MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	40	29.88	43.05	13.17	1.507	6.70**
กลุ่มควบคุม	40	32.93	36.00	3.07		

$t(.01, 78) = 2.617$  \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 5 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2.1 ที่กำหนดไว้

2.2 ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิด ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ได้ผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความยืดหยุ่นในการคิดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1 - MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	40	11.25	14.88	3.63	0.455	5.72**
กลุ่มควบคุม	40	11.15	12.18	1.03		

$t(.01, 78) = 2.617$  \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 6 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2.2 ที่กำหนดไว้

2.3 ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ได้ผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1 - MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	40	0.73	2.90	2.17	0.638	2.71**
กลุ่มควบคุม	40	0.63	1.08	0.45		

$$t(.01, 78) = 2.617 ** \text{ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ } .01$$

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 7 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2.3 ที่กำหนดไว้

3. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ทดสอบโดยใช้ t-test dependent ได้ผลดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	t
กลุ่มทดลอง	40	330	3070	17.48**

$t(.01, 39) = 2.704 **$  มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 8 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 ที่กำหนดไว้

3. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียน ทดสอบโดยใช้ t-test dependent ได้ผลดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	t
กลุ่มควบคุม	40	302	2808	12.98 **

$t(.01, 39) = 2.704$  \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 9 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 ที่กำหนดไว้

3. ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนทดสอบ โดยใช้ t-test dependent ได้ผลดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	N	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	t
ความคล่องในการคิด	40	527	9797	9.74**
ความยืดหยุ่นในการคิด	40	146	698	11.20**
ความคิดริเริ่ม	40	87	765	3.58**
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	40	760	18502	11.77**

t (.01, 39) = 2.704 \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 10 พบว่า องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 ที่กำหนดไว้

3. ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียน ทดสอบโดยใช้ t-test dependent ได้ผลดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

องค์ประกอบความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	N	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	t
ความคล่องในการคิด	40	123	1069	4.62**
ความยืดหยุ่นในการคิด	40	33	137	3.21**
ความคิดริเริ่ม	40	20	70	2.34**
ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	40	176	1584	5.32**

$t (.01, 39) = 2.704$  \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 11 พบว่า องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 ที่กำหนดไว้

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลของการศึกษาค้นคว้าไว้ดังนี้

#### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท.
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ด้านต่าง ๆ ดังนี้
  - 2.1 ด้านความคล่องในการคิด
  - 2.2 ด้านความยืดหยุ่นในการคิด
  - 2.3 ด้านความคิดริเริ่ม
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียน

#### สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 ด้านความคล่องในการคิด
- 2.2 ด้านความยืดหยุ่นในการคิด
- 2.3 ด้านความคิดริเริ่ม

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

#### 1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย แบบจับฉลาก จำนวน 2 ห้องเรียน จากจำนวน 10 ห้องเรียน จากนั้นจับฉลากอีกครั้งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท.

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

- 2.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
- 2.2 แผนการสอนตามคู่มือครู สสวท.
- 2.3 สถานการณ์ประกอบการอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
- 2.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .76
- 2.5 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยยืมมาจาก สุมาลี กาญจนชาติ เป็นแบบให้นักเรียนตอบอิสระในเวลาที่กำหนด จำนวน 3 ข้อและหาค่าความเชื่อมั่น มีค่าความเชื่อมั่น .97

### 3. การดำเนินการทดลอง

3.1 นำนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 ห้องเรียน ซึ่งได้ละนักเรียนเรียบร้อยแล้วมาสุ่มด้วยวิธีจับฉลากเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้องเรียน แล้วจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.3 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาการสอนกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที

3.4 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ในการทดสอบครั้งแรก

3.5 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการหาค่าทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. โดยใช้ t-test ในรูป Difference Score

2. ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. โดยใช้ t-test ในรูป Difference Score

3. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ Dependent

### สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
  - 2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
  - 2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความยืดหยุ่นในการคิด ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
  - 2.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผล ดังนี้

1. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

และการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลปรากฏว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลต่อไปนี้

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนทั้งสองกลุ่มเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่แบ่งกิจกรรมเป็น 3 ขั้นตอน คือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง ซึ่งในการเรียนนั้นจะมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ตอบคำถามเกี่ยวกับความรู้-ความเข้าใจ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มเกิดพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นำมาวัด จึงทำให้ผลการทดสอบของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เซาว์นีย์ อะยะวงค์ (2526 : 56) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อผสมและครูฝึก โดยมีแผนการฝึกและลำดับขั้นตอนของการฝึกที่เหมือนกัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประการที่สอง นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีโอกาสได้อภิปรายซักถามปัญหาาร่วมกัน โดยที่กลุ่มทดลองอภิปรายปัญหาไปตามสถานการณ์ที่กำหนดที่เป็นข้อความ หรือรูปภาพ ตามแนวคำถามที่ให้ไว้ โดยอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน ส่วนกลุ่มควบคุมอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน เป็นการให้โอกาสแก่นักเรียนได้แสดงความคิด และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เช่นเดียวกัน จึงทำให้ผลการวิจัยไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฌอนอมจิตต์ เสนมา (2525 : 61) ที่ทำการสอนเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้น ม.4 ผลการสอนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ด้วยแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียนไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของสมศรี เพชรขจร (2531 : 66) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน พบว่าไม่แตกต่างกัน

ประการที่สาม การอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนในการสอนโดยใช้สถานการณ์ ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนนั้น แม้ว่ากิจกรรมที่จัดมุ่งหวังให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดอย่างเต็มที่ แต่ช่วงเวลาแต่ละช่วงจำกัด ทำให้การอภิปรายอยู่ในขอบเขตที่จำกัด และคำถามเป็นคำถามที่นำไปสู่การระบุปัญหา สาเหตุของปัญหาตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและคำถามนำไปสู่การนำไปใช้ ซึ่งคำถามในสถานการณ์ ประกอบการอภิปรายค่อนข้างจำกัดไปตามเวลาที่มีอยู่

จากเหตุผลที่กล่าวมาสามประการนี้ เป็นภาระสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. ไม่แตกต่างกัน

2. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การสอนที่จัดขึ้น โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายนั้น เป็นการระดมพลังสมองเกิด การเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิด และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการที่ครูบอกให้ทำตามคู่มือครู ที่ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญมากกว่านักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเพนิคส์ (Penick, 1976 : 370 - 314) พบว่า การสอนที่นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง ให้ความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมให้ การให้นักเรียนได้อภิปรายด้วยกันภายในกลุ่มมีอิสระในการคิด ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการคิดและกระทำ ดังที่สมจิต สวทนไพบูลย์ (2527 : 30) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่จัดสถานการณ์ช่วยผู้เรียนคิดแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออก มีส่วนร่วมในกิจกรรมจะเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ประการที่สอง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ใช้คำถามที่เน้นคำถามแบบกว้าง ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีความคล่องในการคิด ยืดหยุ่นในการคิด และมีความคิดริเริ่ม อันมีผลทำให้มีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมสมัย สมทพันธ์ ( 2529 : 103 - 104) ที่ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง มีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องในการคิดยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพราะการใช้คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคำถามที่นำไปสู่การคิดแบบอเนกนัย คำถามที่ตอบได้หลายแนวทาง โดยอภิปรายร่วมกัน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ประการที่สาม การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนมีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมอย่างทั่วถึง เห็นความสำคัญของตนเอง มีความสนุกสนานในการเรียน ไม่ต้องอายเพื่อนหรือครูกับการที่ตอบ หรือมีความคิดแตกต่างไปจากคนอื่น การอภิปรายภายในกลุ่มที่สนิทสนม เข้าใจกันก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของเอลเลน (Allen, 1976 : 371) ที่พบว่า การพูดคุยระหว่างเพื่อนด้วยกัน ทำให้เข้าใจ และสื่อความหมายได้มากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับความเห็นของ ฌอนมิจิตต์ เสนมา (2525 : 63 - 64) ที่ว่า การจัดกิจกรรมการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดขณะเรียนมากขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งสามประการนี้ เป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความคล่องในการคิด ยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน

3. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

### 3.1 ทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากผลการทดลอง หลังจากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้รับการเรียนการสอนแล้วนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมเพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกโดยสามารถระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทั้งจากกิจกรรมในสถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนหรือระหว่างครูกับนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบปัญหา ทำให้นักเรียนได้รับทั้งตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งอนุกรมการและผลิตวัสดุ อุปกรณ์ การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 58 - 84) ได้กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วย ความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้านักเรียนได้รับการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ก็จะพัฒนาตามมาด้วย ดังนั้นจึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองสูงขึ้น

### 3.2 ทางด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก็เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ โดยมีขั้นตอนคือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง อภิปรายหลังการทดลอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาตนเองให้ช่างสังเกต กล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ ซึ่งทำให้เกิดความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ซึ่ง นฤมล ยุติาคม (2522 : 31) กล่าวว่าสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจระบบที่กำลังศึกษาได้เป็นอย่างดี การสอนที่มุ่งให้นักเรียนคิด มีกิจกรรมให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ เป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน เพราะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลทำให้ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสูงขึ้น

จากเหตุผลที่กล่าวมา จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

#### ข้อเสนอแนะ

##### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนสูงขึ้นหลังจากการใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายก็เนื่องจากกิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ระบุนปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยมีอิสระในการแสดงออกทางความคิด มีการตัดสินใจในการแก้ปัญหาด้วยตนเองในกลุ่มเพื่อนที่มีความเข้าใจกันและกันอย่างดี ดังนั้นในการเรียนการสอนจึงควรจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการอภิปรายร่วมกันระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นบทบาทที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

1.2 การสอนโดยได้มีการอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม นักเรียนทุกคนมีกิจกรรมที่จะต้องปฏิบัติมีหน้าที่ที่จะต้องรับผิดชอบ จะเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็น ฝึกการเป็นผู้นำหรือผู้ตาม ฝึกการตัดสินใจร่วมกัน และการฝึกการหลอมความคิดหลาย ๆ ความคิดให้มาเป็น

ความคิดเดียวกัน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่ดี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูควรคำนึงถึงนักเรียนให้นักเรียนได้แสดงออกเป็นตัวของตัวเองให้มากที่สุด โดยจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม

1.3 การวิจัยครั้งนี้ วัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ สุมาลี กาญจนชาติวี ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบ วัดการนำไปใช้ประโยชน์ นักประดิษฐ์ นักคิดค้น ซึ่งสอดคล้องกับชุดสถานการณ์ประกอบการอภิปรายที่เอื้อต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถวัดได้ตรงจุดประสงค์ที่ต้องการ

1.4 งานวิจัยครั้งนี้ ใช้กับหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โดยชุดสถานการณ์ประกอบการอภิปรายที่ใช้ในการทดลองทุกชุด ใช้เวลา 3 คาบ/สัปดาห์

1.5 ในชุดสถานการณ์ประกอบการอภิปราย ควรจะมีการเพิ่มคำถามบ้างบางชุด และปรับปรุงคำถามที่เอื้อต่อการอภิปรายได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

1.6 สถานการณ์ประกอบการอภิปราย ถ้ามีโอกาสใช้กับวิชาเลือกแล้วจะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีอิสระในการคิด โดยที่นักเรียนมีความเต็มใจที่จะเรียนเป็นพื้นฐานอยู่แล้ว จึงสามารถที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ดียิ่งขึ้น

## 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่เพิ่มคำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เช่น เพิ่มทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล กำหนดนิยามตัวแปร และออกแบบการทดลอง ในขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาสถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนักเรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน

2.3 ควรศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ เมื่อใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน การสอนตามคู่มือครู ส่วท.

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- ก่อกัด ศรীন้อย. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาารวมกันทั้งห้องเป็นกลุ่มย่อย และแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา
- การฝึกหัดครู, กรม ศึกษานิเทศก์. รายงานการวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา ระดับอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุรินทร์ไทย, 2524.
- กิ่งฟ้า สีนงษ์ และคนอื่น ๆ. รายงานการวิจัย เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2525.
- ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะแสวงหาความรู้," ข่าว สสวท. 9(4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม 2524.
- จรรยา สุจารีกุล. "การศึกษามรรคาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของครู," สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ, 2521.
- จุลจักร โนนันท์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และมนุษยสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้เกมกับวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอภิปราย. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ฉวีวรรณ กินาวงศ์. หลักการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์. พิมพ์โลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิมพ์โลก. 2527.
- ชาญชัย ลวดีรังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์. การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523.

- ชวนีย์ อายะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- ถนอมจิตต์ เสนมา. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยเทคนิคการสอนแบบสืบสวนแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2525. อัดสำเนา.
- ทัศนีย์ บุญเติม. "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วิทยาศาสตร์. 27(1) : 32 - 33 ; มกราคม 2526.
- ธงชัย ชิวปรีชา. "การใช้คำถามในห้องเรียน," ข่าว สสวท. 6(2) : 1 - 11 ; มกราคม 2521.
- นฤมล ยุตาคม. อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการสอนแบบไม่กำหนดแนวทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522. อัดสำเนา.
- นิดา สะเพียรชัย. "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อปวงชน," 12 ปี ของการพัฒนาการด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2527.
- นิดยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- นิดยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยการใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่มของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษา วิทยาเขตบึงพระมิตร กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- นิดยา ฤทธิโยธี. การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ. เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย, กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมฝึกหัดครู, 2520. อัดสำเนา.
- นิพนธ์ จิตต์ภักดี. "การสอนแบบสร้างสรรค์," ประชาศึกษา. 37 : 19 - 21 ; มิถุนายน 2523.

- บุญรัตน์ ศิริอาชากุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่าง ม.ศ. 1 กับ ม.1 เขตการศึกษา 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- บุญลือ ทองอยู่. "ความคิดสร้างสรรค์," มิตรครู. 20(7). 15 - 18 เมษายน 2521.
- ประดิษฐ์ สันน้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.
- ประทุม ทองพูน. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร พ.ศ. 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- ประวีตร ชูศิลป์. "หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่," เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233 ภาคพัฒนาตำรา และเอกสารหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524. อัดสำเนา.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวทางคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- มกามาศ วรรณสันติกุล. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามการประเมินผลของครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- พรรณา หิมารัตน์. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อนุกรมวิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

- พรณี ภาณุตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการับรู้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- เพียว ทักษิณ. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบฝึกการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับครูเป็นผู้กำหนดเนื้อเรื่อง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- ไพรัตน์ สุวรรณเสน. "การทำและการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ," คู่มือครู แนวคิด และทรรณะบางประการเกี่ยวกับคู่มือการสอนเด็กเริ่มเรียนที่พูดสองภาษา. หน้า 198 - 190. สำนักงานศึกษาธิการเขต 11, 2517.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและการผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.
- \_\_\_\_\_. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและการผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.
- ยุพิน จิรสุขานนท์. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง "ภาพตัดกรวย" โดยวิธีสอนแบบอภิปรายกับวิธีสอนแบบบอกให้รู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปราย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- รุจี โรจน์ประศาสน์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.
- ฤดี ประสพศักดิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอน โดยการใช้การอภิปรายไม่หัดตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทศึกษาพร จำกัด, 2531.
- วรรณาก น่วงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.
- วรรณดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- วินัย เกียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ศศิธร สุกธินพาศย์. แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่องวลี ในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.
- ศิริอร ไช้ภูพิรัตน์. การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกระดับพลังสมองและแบบฝึกรายบุคคล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : ครูสภา, 2521.
- สามัญศึกษา, กรม หน่วยศึกษานิเทศก์. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา," วารสารการวิจัยทางการศึกษา. 1 ; 21 - 27, 2526.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ : 2526.

\_\_\_\_\_. เอกสารอบรมครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2517.

✓ สมจิต สมัตถพันธ์. ครูจะสอนแบบอภิปรายเพื่อพัฒนากระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้อย่างไร เอกสารการอบรมครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (โรเนียว), 2519.

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

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

\_\_\_\_\_. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

\_\_\_\_\_. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. 2526. อัดสำเนา.

\_\_\_\_\_. สมรรถภาพของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

✓ สมศรี เพชรขจร. ผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

✓ สมสมัย สมทรัพย์. การทดลองสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

สมสุข ชีระพิจิตร. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนและแบบค้นพบ," เอกสารการสอนชุดวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 11-15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กรุงเทพฯ : ยูไนเต็ดโปรดักชั่น, 2526.

✓ สรวุฒิ สุชินโรจน์. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวน ที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.

- สุจิตต์ เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรรย์. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช. 2522.
- ✓ สุเทพ อู่สาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2526.
- สุปรียา ลำเจียก. สัมพันธภาพระหว่างระดับสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์วิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- สุมาลี กาญจนชาติ. ศึกษานำผลการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2517.
- \_\_\_\_\_ . ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์ เซ็นเตอร์ จำกัด, 2531.
- สุวิมล ชอบทำกิจ. ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- เสริมศรี เสวตามร. และสาลี งามศิริ. การวิเคราะห์วิธีสอนแบบ "Inquiry" คุรุศาสตร์ ฉบับพิเศษ 68 - 79 กรกฎาคม - สิงหาคม 2521.
- ✓ หอมนวล ใจชื่อ. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครู กับนักเรียน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อนันต์ จันทร์กวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ และ ทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม. 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- \_\_\_\_\_ "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี," วิทยาการ. 7(2) : - 10 พฤษภาคม - สิงหาคม 2525.

อนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, คณะ. ชุดการเรียนรู้การสอน  
สำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.

\_\_\_\_\_. ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย,  
 2525.

อารี รังสิมันท์. รวมบทความการพัฒนาคิดสร้างสรรค์ของเด็ก. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

อารี สักหลิว. "วิชาสอนแบบสร้างสรรค์," ชุมนุมวิชาการ. กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา  
 กระทรวงศึกษาธิการ, 2510.

อำนาจ รุ่งรัตมี. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.

อุบลนงษ์ วัลณเสวี. "เทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิด," ศึกษาศาสตร์ 4(3) : 22 - 27 ;  
 มิถุนายน - กันยายน 2522.

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

Allen, Verman L. Research on Children Tutoring children : A critial of  
Education Research. 46 : 371 ; Summer, 1976.

Bills, Frank Lynn. "Developing Creativity Through Inquiry," Science  
Education. 60 : 417 - 421 ; July - September, 1976.

Bloom, Benjamin S. Taxonomy of Education Objective Hand Book I :  
Cognitive Domain. New York : David Mac Kay Company, Inc., 1956.

Buggy, Lesley J. "A Study of the Relationship of Classroom Questions  
 and Social Studies Achievement of Second Grand Children,"  
Dissertation Abstracts International. 32 : 2543 - A ; November, 1971.

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

Carin Arthur A. Robert B. Sund. Teaching Science Through Discovery.  
 2nd ed. Charls Merrill Publishing Company Columbus , 1975.

Divis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery  
 Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation  
Abstracts International. 39 : 4164 - A ; January, 1976.

- Devito, Alfred. "Recognized and Assessing Creativity," Developing Teacher Competencies. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hill, 1971.
- Fan, chung - Teh. Item Analysis Table. Education Testing Service, 1952.
- Gabel, Dorothy L. and Peter A. Rubba. "The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics - Achievement Attitude Toward Science and Science Teaching," Science Education. 61 : 503 - 511 ; October - December, 1977.
- Guiford, J.P. The Nature of Human Intelligence. Mc Grew - Hill, Book Company, 1967.
- Harress, J.H. "The Two meaning of Mathematics," A Hand of Programmed Learning. p. 93 - 94. India, Anard, n.d.
- Hurley, Beatrice. "Some Ways of Helping Children to Learn Science," Science for Eight-to-Twelve. Bulletin No. 13, A of the Assosiation for childhood Education International. Washington D.C., 1964.
- Kolebas, Particia, "The Effect on the Intelligence, Reading, Mathematics, and Interest in Science Levels of Third Grade Students who Have Participated in Science A Process Approach Since First Entering School," Dissertation Abstract International. 32 : 4443 - A ; February, 1972.
- Ladd, George T. and H.O. Anderson, "Determing the Level of Inquiry in Teacher's Question," Journal of Research in Science Teaching 7 : 395 - 400 ; 1970.
- Mayer, James H. "The Influence of Invitation to Inquiry," American Biology Teacher. 31 : 451 - 453 ; October, 1969.
- McClandess, Boyd A. and Ellis P. Evans. Children and Youth Psychological Development. New York : Holt, 1978.
- Olarinoye, Rappel Dale. "A Comparative Study of the Effectivencess of Three Methods of Teaching A Secondary School Physic Course in Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 : 4848 - A ; February, 1978.
- Penick, John E. "Creativity in Fifth - Grade Science Student : The Effects of Two Patterns of Instruction," Journal of Research in Science Teaching. 4 : 307 - 314 ; 1976.

- Petty, Green. "Language Workbooks and Practics Materials," Developing Language Skills in the Elementary School New York : Allyn and Bacon, 1968.
- Piaget, Jean. "The Stage of the Intellectual Development of the Child," thinking and Resoning. Penquin Book Ltd., 1952.
- Savage, Tom Verner. "A Study of the Relationship of Classroom Questions and Social Studies Achievement of Fifth - Grade Children." Dissertation Abstracts International. 33 : 2245 - A ; November, 1972.
- Scott. William A. and Michoel Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4th ed. New York : John Willey and Son, 1962.
- Serlin, Ronald charles. "The effect of a Diacoverly Laboratory on the Science Process, Problem - Solving, and Creative Thinking Abilities of Uondergraduate," Dissertation Abstracts International. 37 : 5729A - 5730A ; Mach, 1977.
- Sund, Robert B. and Leslic W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition Published by Charles E. Merril Publishing Company. 1976:
- Torrance, Paul E. Education and the Creative Potential. Minneapoles, The Press, Inc., 1963.
- Washton, Nathan S. Teaching Science Creativity in the Secondary Schocls. Philadephia, W.B. Saunders, 1967.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- การวิเคราะห์ข้อสอบ
- แบบทดสอบ

ตาราง 12 ค่า  $p$ ,  $q$  และ  $pq$  ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง  
น้ำเพื่อชีวิต

ข้อที่	$p$	$q$	$pq$	ข้อที่	$p$	$q$	$pq$
1	.79	.21	.17	21	.55	.45	.24
2	.86	.14	.12	22	.28	.72	.20
3	.28	.72	.20	23	.73	.27	.19
4	.61	.39	.23	24	.56	.43	.24
5	.59	.41	.24	25	.46	.54	.25
6	.31	.69	.21	26	.22	.78	.17
7	.27	.73	.19	27	.31	.69	.21
8	.20	.80	.16	28	.72	.28	.21
9	.47	.53	.24	29	.43	.58	.24
10	.28	.72	.20	30	.60	.20	.12
11	.88	.12	.10	31	.56	.44	.25
12	.76	.24	.18	32	.32	.68	.22
13	.58	.42	.24	33	.54	.45	.24
14	.42	.58	.24	34	.24	.76	.18
15	.58	.42	.24	35	.64	.35	.23
16	.14	.87	.11	36	.25	.75	.19
17	.37	.63	.23	37	.82	.21	.17
18	.74	.26	.19	38	.66	.34	.22
19	.57	.43	.24	39	.66	.34	.22
20	.46	.53	.24	40	.60	.40	.24

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richer - Richardson)

$$pq = 9.93$$

$$x^2 = 39690$$

$$x = 1896$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } S^2_c &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{100(39690) - (1896)^2}{100(100-1)} \\ &= \frac{3969000 - 3594816}{9900} \\ &= \frac{374184}{9900} \\ &= 37.79 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{ctt} &= \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S^2_c} \right] \\ &= \frac{40}{40-1} \left[ 1 - \frac{9.93}{37.79} \right] \\ &= 1.03 \times 0.74 \\ &= 0.76 \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น} = 0.76$$

ตาราง 13 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.75	.28	21	.64	.41
2	.80	.26	22	.35	.56
3	.20	.55	23	.76	.62
4	.44	.51	24	.46	.34
5	.59	.31	25	.46	.41
6	.20	.42	26	.58	.35
7	.30	.41	27	.27	.28
8	.40	.56	28	.72	.28
9	.39	.43	29	.46	.41
10	.35	.72	30	.56	.55
11	.61	.39	31	.60	.46
12	.52	.56	32	.34	.27
13	.71	.26	33	.51	.44
14	.29	.26	34	.61	.41
15	.58	.44	35	.29	.34
16	.44	.28	36	.49	.47
17	.29	.34	37	.80	.44
18	.70	.29	38	.48	.39
19	.67	.37	39	.79	.31
20	.40	.26	40	.36	.54

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรโฮยท์ (Hoyst's Anova Procedure)

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } SS_k &= \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \dots X_{ij}^2 - T^2 \\ &= (15^2 + 19^2 + 20^2 \dots 9^2) - \frac{(3857)^2}{3 \times 100} = 32111.84 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_k &= \frac{\sum T_i^2}{n_i} - \frac{T^2}{kn} \\ &= \frac{(2287^2 + 1005^2 + 565^2)}{100} - \frac{(3857)^2}{3 \times 100} = 16008.03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_p &= \frac{\sum P_i^2}{k} - \frac{T^2}{kn} \\ &= \frac{(32^2 + 37^2 + 40^2 \dots 37^2)}{3} - \frac{(3857)^2}{3 \times 100} = 4602.73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_E &= SS_k - SS_k - SS_p \\ &= 32111.84 - 16008.03 - 4602.73 = 11501.08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MS_p &= \frac{SS_p}{df_p} = \frac{4602.73}{3-1} \\ &= 2301.37 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MS_E &= \frac{SS_E}{df_E} = \frac{11501.08}{(100-1)(3-1)} \\ &= 58.09 \end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_p}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } r_{tt} &= 1 - \frac{58.09}{2301.37} = 1 - 0.03 \\ &= 0.97 \end{aligned}$$

แสดงค่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.97

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

---

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และ โรงเรียนในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในแบบทดสอบแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย X ในช่อง ก ข ค ง และ จ ลงในกระดาษคำตอบ
3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = กับตัวเลือกเดิมก่อน แล้วจึงไปทำเครื่องหมาย X ใหม่ลงในช่องตัวเลือกที่ต้องการ
4. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนทั้งหมด 40 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที
5. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
6. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คืนแบบทดสอบพร้อมคำตอบกับกรรมการควบคุมการสอบ

1. น้ำอ่อนหมายถึงน้ำชนิดใด
  - ก. น้ำที่ไม่ให้ฟองกับสบู่เลย
  - ข. น้ำที่ทำฟองกับสบู่ได้ง่าย
  - ค. น้ำที่จับแล้วรู้สึกลื่นเมื่อดี
  - ง. น้ำที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส
  - จ. น้ำที่ต้มจนแห้งแล้วไม่มีสิ่งใดตกค้างอยู่

ให้นักเรียนใช้ตารางต่อไปนี้คำตอบคำถามข้อ 2 ตารางบันทึกผลแสดงลักษณะการเกิดฟองของน้ำชนิดต่าง ๆ กับน้ำสบู่

หลอดที่	สารในหลอด	เมื่อเติมน้ำสบู่	ความสูงของฟอง (cm.)
1	น้ำกลั่น	เกิดฟองง่าย	2.3
2	น้ำประปา	เกิดฟองง่าย	2.1
3	น้ำกลั่น และ คัลเซียมคลอไรด์	เกิดฟองยาก	0.4
4	น้ำกลั่น และแมกนีเซียมคลอไรด์	เกิดฟองยาก	0.4

2. หลอดที่บรรจุน้ำอ่อนคือหลอดใด
  - ก. 1 และ 2
  - ข. 1 และ 3
  - ค. 3 และ 4
  - ง. 1 และ 4
  - จ. 2 และ 3

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 3 จากการทดลองทดสอบความกระด้างของน้ำ ได้ผลทดลองต่อไปนี้

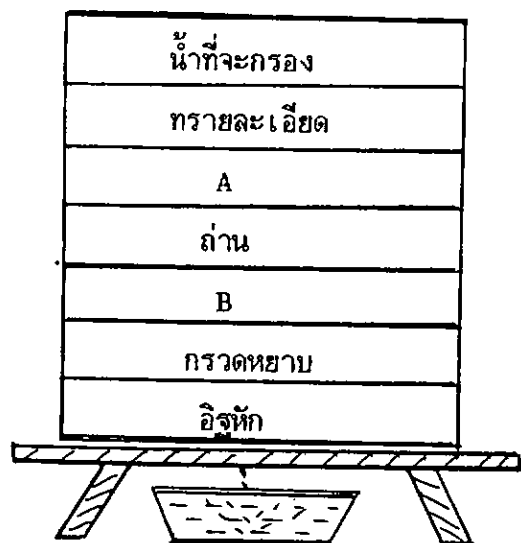
หลอดที่	ผลที่สังเกตเห็นได้			
	น้ำซูด A		น้ำซูด B	
	มีฟอง	ไม่มีฟอง	มีฟอง	ไม่มีฟอง
1. เติมน้ำสบู่	-	/	-	/
2. ต้มแล้วเติมน้ำสบู่	/	-	-	/
3. เติมน้ำโซเดียมคาร์บอเนต	/	-	/	-

3. จากตาราง การแปลความหมายข้อมูลใด ไม่ถูกต้อง
- น้ำซูด A และ B เป็นน้ำกระด้าง
  - น้ำซูด A ต้มแล้วหายกระด้าง
  - น้ำซูด B ต้มแล้วไม่หายกระด้าง
  - น้ำซูด A เป็นน้ำบ่อ น้ำซูด B เป็นน้ำทะเล
  - น้ำซูด A และ B เมื่อนำมาเติมน้ำโซเดียมคาร์บอเนตจะหายกระด้าง
4. เรามีวิธีแก้ปัญหาน้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้างถาวรได้โดยวิธีใด
- ต้ม
  - เติมสารส้ม
  - เติมคลอรีน
  - ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน
  - เติมน้ำโซเดียมคาร์บอเนต
5. วิธีใดแก้ได้เฉพาะน้ำกระด้างชั่วคราว
- ต้ม
  - เติมคลอรีน
  - แกว่งสารส้ม
  - เติมน้ำโซเดียมคลอไรด์
  - เติมน้ำโซเดียมคาร์บอเนต

6. การที่จะซักผ้าโดยให้สิ้นเปลืองสบู่น้อยที่สุดควรจะเลือกใช้น้ำชนิดใด
- น้ำฝน
  - น้ำต้ม
  - น้ำคลอง
  - น้ำทะเล
  - น้ำบาดาล
7. ข้อใดเป็นประโยชน์ของน้ำอ่อน น้ำกระด้าง
- มีรสดี ใช้ทำน้ำประปา
  - มีรสดี ใช้ผงซักฟอกมาก
  - ใช้ผงซักฟอกมาก มีรสดี
  - ใช้ทำน้ำประปา ทำให้เกิดหินงอก
  - ทำให้เกิดหินงอก ใช้ทำน้ำประปา
8. ตะกั่วที่คั่งอยู่ด้านในของกาทัมน้ำคือสารใด
- แคลเซียมซิลเฟต
  - โซเดียมคาร์บอเนต
  - แคลเซียมคาร์บอเนต
  - แมกนีเซียมคลอไรด์
  - แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต
9. ถ้าจำเป็นต้องใช้น้ำจากแม่น้ำลำคลอง หรือแม่น้ำมาใช้จำนวนมาก วิธีทำน้ำให้สะอาดที่ประหยัดที่สุดและสะดวกที่สุดคือวิธีใด
- การต้ม
  - การกรอง
  - การกลั่น
  - ทิ้งให้ตกตะกอน
  - ทำให้ตกตะกอน

10. การกรองเป็นกระบวนการอย่างไร
- ทำให้สารแขวนลอยตกตะกอน
  - ทำให้สารแขวนลอยปราศจากสีและกลิ่น
  - ทำให้สารที่ไม่ละลายน้ำแยกออกจากกัน
  - ทำให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอนเร็วขึ้น
  - ทำให้ของเหลวที่รวมตัวกันแยกออกจากกัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้รูป และตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 11-12  
รูปการกรองด้วยเครื่องกรองน้ำ



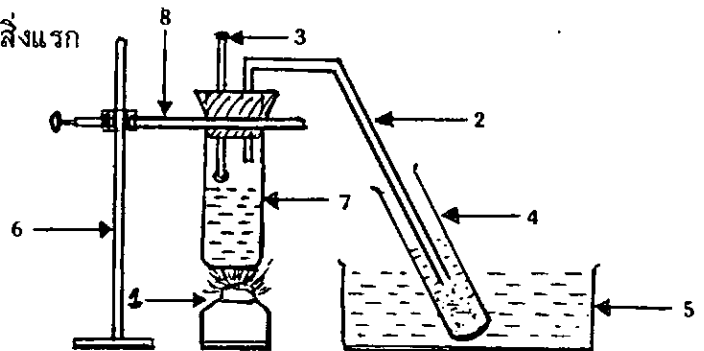
- ทรายหยาบ
  - กรวดละเอียด
  - สำลี
  - หินหยาบ
  - ซีเมนต์
- ชั้น A จะต้องใช้วัสดุใดจึงจะเหมาะสมและง่ายที่สุด
  - ชั้น B จะต้องใช้วัสดุใดจึงจะเหมาะสมและง่ายที่สุด

13. ในการกรองน้ำ ถ้าไม่มีถ่านกัมมันต์ นักเรียนจะใช้สิ่งใดแทน
- สารส้ม
  - ซีลีเนียม
  - เกลือแกง
  - ซีอิ้วขาว
  - กาบมะพร้าว
14. สารใดต่อไปนี้ ใช้กับวิธีการกรองให้บริสุทธิ์ได้
- น้ำหมัก
  - น้ำเชื่อม
  - น้ำปิ้ง
  - น้ำทะเล
  - น้ำมันก๊าด
15. ถ้านักเรียนไปเที่ยวเกาะกลางทะเล บังเอิญน้ำดื่มที่จัดเตรียมไปหมด นักเรียนจะแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร
- นำน้ำทะเลมาทำให้ตกตะกอนแล้วต้ม
  - นำน้ำทะเลมาต้มแล้วกรอง
  - นำน้ำทะเลมาต้มแล้วทำให้ไอควบแน่นเป็นน้ำ
  - รอเวลาฝนตกแล้วรองน้ำฝนไว้ใช้ดื่ม
  - ใช้น้ำจากพืชบางชนิดที่อวบน้ำ

ภาพแสดงการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้ในการกลั่นให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 16-17

16. เมื่อจะหยุดการกลั่น ต้องทำสิ่งใดเป็นสิ่งแรก

- เอา 1 ออกจาก 7
- เอา 2 ออกจาก 4
- เอา 3 ออกจาก 7
- เอา 4 ออกจาก 5
- เอา 7 ออกจาก 8



17. ถ้าต้องการให้ก๊าซควบแน่นเป็นของเหลวเร็วขึ้น ควรทำอย่างไร
- เร่งไฟให้แรงขึ้น
  - ดึงไส้ตะเกียงให้สั้นลง
  - ใช้ผ้าชุบน้ำพันที่หลอดนำก๊าซ
  - ใช้หลอดนำก๊าซเป็นอลูมิเนียม
  - ใส่น้ำแข็งในหลอดหมายเลข 7
18. กระบวนการในการกลั่นเรียงตามลำดับได้ดังนี้
- การกลายเป็นไอ→การควบแน่น→การเดือด
  - การเดือด→การควบแน่น→การกลายเป็นไอ
  - การระเหย→การเดือด→การควบแน่น
  - การกลายเป็นไอ→การควบแน่น→การระเหย
  - การเดือด→การกลายเป็นไอ→การควบแน่น
19. ถ้าเรากลั่นน้ำหวานสีแดง น้ำกลั่นที่ได้ควรมีลักษณะอย่างไร
- ไม่มีสี กลิ่น รส
  - ไม่มีสีแต่หวานเล็กน้อย
  - มีสีแต่ไม่มีรสหวาน
  - มีสี มีรสหวาน
  - สีชมพูอ่อน หวานเล็กน้อย
20. ถ้าต้องการทราบว่าของเหลวในบีกเกอร์ ก เป็นน้ำเกลือหรือน้ำเชื่อม นักเรียนจะทดสอบได้อย่างไร
- ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส
  - ตั้งทิ้งไว้แล้วสังเกตการตกตะกอน
  - นำมากลั่นแล้วสังเกตของเหลวที่กลั่นได้
  - นำมากลั่นแล้วสังเกตสารที่เหลือจากการกลั่น
  - นำมากลั่นแล้วเปรียบเทียบระดับอุณหภูมิที่เทอร์โมมิเตอร์

21. การเติมคลอรีนลงในน้ำเพื่อทำน้ำประปาอาจไม่จำเป็นสำหรับน้ำบางแหล่ง นักเรียนคิดว่าน้ำดังกล่าว มาจากแหล่งน้ำในข้อใด
- น้ำบ่อ
  - น้ำตกล
  - น้ำเขื่อน
  - น้ำบาดาล
  - น้ำทะเล
22. คลอรีนที่ใส่ในน้ำประปา เพื่อประโยชน์อย่างไร
- ฆ่าเชื้อโรค
  - กำจัดสี
  - กำจัดกลิ่น
  - กำจัดรส
  - ถูกทุกข้อ
23. ข้อใด ไม่ ได้อยู่ในกระบวนการผลิตน้ำประปา
- การสูบน้ำเข้าถัง
  - การทำให้ตกตะกอน
  - การกรอง
  - การใช้คลอรีน
  - การต้มฆ่าเชื้อโรคในน้ำ
24. ข้อใดอธิบายเหตุผล ของการต้องทดน้ำไว้ที่สูง ๆ ในการทำน้ำประปา
- ป้องกันเชื้อโรคได้
  - ป้องกันการขาดแคลนน้ำ
  - น้ำจะตกตะกอนเร็วขึ้น
  - น้ำจะได้มีพลังงานมากขึ้น
  - สามารถเก็บน้ำไว้ใช้นาน ๆ ได้

25. ในการทำน้ำประปา เราทำให้สารแขวนลอยรวมตัวกันได้เร็วขึ้นโดยใช้สารในข้อใด
- ถ่าน
  - ปูนขาว
  - สารส้ม
  - เกลือแกง
  - โพเตียมคาร์บอเนต
26. นักเรียนจะมีวิธีป้องกันไม่ให้สูญเสียค่าน้ำแพง ๆ ได้อย่างไร
- อาบน้ำในอ่างน้ำทุกวัน
  - อาบน้ำด้วยฝักบัววันเว้นวัน
  - ปรับปรุงแก้ไขมิเตอร์วัดน้ำ
  - ตรวจเช็คครอยรั่วของท่อน้ำ
  - ทำน้ำหยดใส่ภาชนะบรรจุน้ำ แทนการเปิดให้ไหลแรง ๆ
27. ถ้าต้องการตรวจสอบน้ำจากคลอง ก กับน้ำจากคลอง ข ว่าแหล่งใดจะมีจุลินทรีย์มากน้อยกว่ากัน ข้อใดไม่ใช่ตัวแปรที่จะต้องควบคุม
- แหล่งน้ำ
  - ปริมาณน้ำ
  - วิธีตรวจสอบ
  - อุณหภูมิของน้ำ
  - ระยะเวลาการตรวจสอบ
28. สารพวกฟอสเฟตเป็นสารประกอบของผงซักฟอก ถ้ามีสารนี้พอเหมาะจะมีผลต่อพืชน้ำอย่างไร
- ทำให้พืชน้ำตาย
  - พืชน้ำไม่เจริญเติบโต
  - พืชน้ำเจริญเติบโตดี
  - ไม่มีผลอย่างไรต่อพืช
  - จะทำให้น้ำขุ่น ไม่ใส

29. ข้อใดเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของน้ำที่ดี
- ปริมาณสารละลายที่อยู่ในน้ำ
  - ปริมาณสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำ
  - ปริมาณพืชน้ำที่อยู่ในบริเวณนั้น
  - ปริมาณหินและทรายในบริเวณนั้น
  - ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
30. บ้านนายดำเป็นส่วนผลไม้ อยู่นอกเขตเทศบาล ไม่มีรถขยะมาเก็บขยะ นายดำควรทำอย่างไร จึงจะได้ว่าเป็นผู้รับผิดชอบต่อตนเอง และส่วนรวม
- ชุดหลุมแล้วเผา
  - นำไปทิ้งคลองข้างบ้าน
  - ชุดหลุมฝังและหมักเป็นปุ๋ย
  - นำมารวมแล้วเผาใส่ปลาดังละครึ่ง
  - นำไปหมักทิ้งไว้ในร่องสวนทำปุ๋ย
31. เพราะเหตุใดน้ำที่มีอุณหภูมิสูง จึงทำให้น้ำกลายเป็นน้ำเสีย
- น้ำที่มีอุณหภูมิสูงทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็น
  - น้ำที่มีอุณหภูมิสูงทำให้น้ำมีสีเปลี่ยนไป
  - น้ำที่มีอุณหภูมิสูงทำให้น้ำระเหยไปหมด
  - น้ำที่มีอุณหภูมิสูงทำให้พืชและสัตว์น้ำตาย
  - น้ำที่มีอุณหภูมิสูงทำให้ก๊าซออกซิเจนละลายน้ำได้น้อย

คำชี้แจง ให้ยก เรียงน้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 32 ตารางแสดงการรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ซึ่งอยู่ในบริเวณที่มีการตั้งบ้านเรือนหนาแน่น

ตัวอย่างน้ำ	ค่า บี ไอ ดี (มิลลิกรัม/ลิตร)
คลองแสนแสบ	110
คลองประปา	50

32. จากข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ จะแปรผลว่าอย่างไร
- น้ำจากคลองแสนแสบดีกว่าน้ำในคลองประปา
  - น้ำจากคลองแสนแสบมีสารอินทรีย์อยู่มากกว่าน้ำในคลองประปา
  - น้ำจากคลองแสนแสบมีปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายอยู่มากกว่าน้ำในคลองประปา
  - น้ำจากคลองแสนแสบมีสารฟอสเฟตละลายอยู่มากกว่าน้ำในคลองประปา
  - น้ำจากคลองแสนแสบมีจุลินทรีย์และสาหร่ายอยู่มากกว่าน้ำในคลองประปา
33. การที่คราบน้ำมันหล่อลื่นปกคลุมบริเวณผิวน้ำติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ นั้นจะเกิดผลกระทบต่อสิ่งใด
- ทำลายพันธุ์ปลา
  - เรือแพสัญจรไปมาไม่ได้
  - ทำลายทัศนียภาพที่สวยงาม
  - ทำให้ทะเลลอยเน่าเหม็นไปด้วย
  - การนำน้ำมาใช้เป็นไปด้วยความยากลำบาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 34 - 35

ในการทดลองครั้งหนึ่งโดยการนำน้ำจากแหล่งเดียวกันมาบรรจุบีกเกอร์เท่ากัน  
ปริมาณเท่ากัน 3 บีกเกอร์ คือ

บีกเกอร์ที่ 1 บรรจุน้ำอย่างเต็มพร้อมกับปลาหางนกยูง 1 คู่

บีกเกอร์ที่ 2 บรรจุน้ำและสาหร่าย 1 ต้น ปลูกไว้ในน้ำ พร้อมกับปลาหางนกยูง 1 คู่

บีกเกอร์ที่ 3 บรรจุน้ำและเพน้ามันหล่อลื่นลงไปบนผิวน้ำพร้อมกับปลาหางนกยูง 1 คู่

34. ถ้าตั้งบีกเกอร์ที่ 3 ไว้ระยะหนึ่งแล้วสังเกตผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. ปลาทุกบีกเกอร์ยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ
- ข. ปลาในบีกเกอร์ที่ 1 จะตายเร็วที่สุด
- ค. ปลาในบีกเกอร์ที่ 2 จะตายเร็วที่สุด
- ง. ปลาในบีกเกอร์ที่ 3 จะตายเร็วที่สุด
- จ. ปลาในบีกเกอร์ที่ 1 และบีกเกอร์ที่ 3 เท่านั้นที่จะตาย

35. จากข้อ 34 ถ้าปลาที่มีอาหารกินอุดมสมบูรณ์ทุกบีกเกอร์ แต่ปลาในบีกเกอร์ที่ 3 ตายไป ส่วนปลา  
ในบีกเกอร์ที่ 1 และ บีกเกอร์ที่ 2 ยังมีชีวิตอยู่จะสันนิษฐานได้ว่ามีสาเหตุจากอะไร

- ก. ปลากินน้ำมัน เข้าไปถึงตาย
- ข. ปลาขาดอากาศในการหายใจ
- ค. สารพิษจากน้ำมันแพร่เข้าสู่ตัวปลา
- ง. เกิดภาวะน้ำเป็นพิษอย่างรุนแรง
- จ. บีกเกอร์ขนาดเล็กเกินไปปลาอยู่ไม่ได้

36. การใช้ยาฆ่าแมลงมากเกินไปทำให้กินอันตรายต่อผู้บริโภคและทำให้น้ำเสีย นักเรียนมีวิธี  
การใดที่จะลดการใช้ยาฆ่าแมลงลง

- ก. ใช้พันธุ์พืชที่มีความต้านทานโรคสูง
- ข. ปลูกก่อนหรือหลังฤดูการระบาดของแมลง
- ค. ปลูกพืชหมุนเวียน แมลงปรับตัวไม่ทันก็ตาย
- ง. ใช้วิธีการปราบแบบชีวภาพคือใช้แมลงกำจัดแมลงด้วยกันเอง
- จ. ที่กล่าวมาถูกทุกข้อ

37. วิธีแก้ไขที่ไม่ให้สิ่งปฏิภูลจากการเกษตร ไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง ควรทำอย่างไรจึงจะได้ผลดี
- ให้เกษตรกรรไปทำอาชีพอื่น
  - ห้ามเกษตรกรใช้ปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช
  - ให้ความรู้การใช้ปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชแก่เกษตรกร
  - ออกกฎหมายบังคับเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย
  - ออกกฎหมายอย่างหนักกับผู้ที่ทำให้น้ำเสีย
38. ถ้ามีน้ำเสียเกิดขึ้นบริเวณโรงเรียน นักเรียนควรมีส่วนร่วมในการแก้ไขอย่างไร
- นำคลอรีนเทใส่ในน้ำเสีย
  - นำผักตบชวามาใส่ลงในน้ำ
  - สูบน้ำเสียลงคลองหรือท่อระบายน้ำ
  - ไม่ทิ้งขยะหรือสิ่งโสโครกลงในน้ำเสีย
  - นำน้ำเสียมาทิ้งขังไว้ให้ตะกอนแล้วปล่อยส่วนที่ใสให้ซึมลงในดิน
39. วิธีที่สำคัญที่สุดที่ควรปฏิบัติ เพื่อเป็นมาตรการป้องกันน้ำเสีย
- ห้ามไม่ให้ใช้ยาฆ่าแมลง
  - ออกกฎหมายห้ามตั้งโรงงานใกล้แม่น้ำ
  - ทุกคนต้องให้ความร่วมมือไม่ทิ้งขยะหรือสิ่งต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ
  - ออกกฎหมายลงโทษอย่างหนักแก่ผู้ทำน้ำเสีย
  - ทางรัฐบาลต้องจัดตั้งที่รองรับสิ่งปฏิภูล แล้วนำไปทำลายอย่างถูกวิธี
40. ถ้านักเรียนเป็นผู้บริหารประเทศจะใช้นโยบายใดเกี่ยวกับการป้องกันน้ำเสียมิให้เกิดขึ้น และสามารถทำได้นานและมีประสิทธิภาพ
- กำจัดสิ่งปฏิภูลโดยการฝังหรือเผา
  - ให้ความรู้แก่ชาวบ้านในเรื่องน้ำเสียและวิธีป้องกัน
  - ออกกฎหมายลงโทษผู้ทิ้งเศษขยะและสิ่งสกปรกลงสู่แหล่งน้ำ
  - ออกกฎหมายห้ามตั้งโรงงานอุตสาหกรรมบริเวณแหล่งน้ำ
  - ออกกฎหมายบังคับเกี่ยวกับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

ภาคผนวก ข

- แผนการสอน
- ตัวอย่างชุดสถานการณ์ประกอบการอภิปราย

## แผนการสอนครั้งที่ 1

(คาบที่ 1-3)

บทที่ 2 : น้ำเพื่อชีวิต : เรื่องสมบัติบางประการของน้ำ (น้ำอ่อน น้ำกระด้าง จะแก้ น้ำกระด้าง ได้อย่างไร)

เวลา 3 คาบ

- ความคิดรวบยอด
1. น้ำที่ทำฟองกับสบู่ได้ดี เรียกว่า น้ำอ่อน ส่วนน้ำที่ทำฟองกับสบู่ได้น้อย เรียกว่า น้ำกระด้าง
  2. น้ำกระด้างเป็นน้ำที่มีแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซัลเฟต คัลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกนีเซียมคลอไรด์
  3. น้ำกระด้างชั่วคราวแก้โดยการต้มและเติมโซเดียมคาร์บอเนต ส่วนน้ำกระด้างถาวรแก้โดยการเติมโซเดียมคาร์บอเนตเท่านั้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถ

1. ทดสอบน้ำกระด้างอย่างง่ายได้
2. อธิบายเปรียบเทียบน้ำอ่อน น้ำกระด้างได้
3. แก้น้ำกระด้างชั่วคราวและแก้น้ำกระด้างถาวรได้
4. นำความรู้เกี่ยวกับน้ำอ่อน และน้ำกระด้าง ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

### เนื้อหา

ในน้ำมีสารบางชนิดละลายอยู่ ทำให้น้ำมีสมบัติบางประการเปลี่ยนไป ซึ่งสังเกตได้จากการเกิดฟองกับสบู่ น้ำที่ทำให้สบู่เป็นฟองมาก เรียกว่า น้ำอ่อน ส่วนน้ำที่ทำให้สบู่เป็นฟองน้อย เรียกว่า น้ำกระด้าง และพบว่า มีสารหลายชนิดละลายอยู่ในน้ำ เช่น แคลเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมคลอไรด์ คัลเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต

น้ำกระด้างชั่วคราว คือน้ำกระด้างที่มีแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต หรือ แมกนีเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต อย่างหนึ่งอย่างใดละลายอยู่หรือทั้งสองอย่าง ส่วนน้ำกระด้างถาวร คือน้ำกระด้างที่มีแคลเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซัลเฟต หรือแมกนีเซียมซัลเฟตอย่างหนึ่งอย่างใดหรือหลายอย่าง

เราสามารถแก้น้ำกระด้างได้ 2 วิธี คือ การต้ม เป็นวิธีแก้ได้เฉพาะน้ำกระด้างชั่วคราว ส่วนการเติมโซเดียมคาร์บอเนตแก้ได้ทั้งน้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้างถาวร

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### 1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- 1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับสถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
- 1.2 จากข้อความในสถานการณ์ประกอบการอภิปรายให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในกลุ่มของตนเองเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

#### 2. ขั้นทดลอง

นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองตามกิจกรรมที่ 2.4, 2.5 ในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น และบันทึกผลการทดลองตามตารางบันทึกผลในแบบเรียน

#### 3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 จากผลการทดลองนักเรียนอภิปรายร่วมกัน ตามแนวคำถามในสถานการณ์ประกอบการอภิปราย
- 3.2 เมื่อนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถาม แล้วสรุปผลการทดลอง
- 3.3 ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติม

### สื่อการเรียนรู้การสอน

1. สถานการณ์ประกอบการพิจารณาระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
2. อุปกรณ์การทดลองตามกิจกรรม 2.4, 2.5

### การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม
2. สังเกตจากการทำกิจกรรม
3. ตรวจสอบผลจากการตอบคำถามจากสถานการณ์ประกอบการอภิปราย

## แผนการสอนครั้งที่ 2

(คาบที่ 3 - 4)

บทที่ 2 : น้ำเพื่อชีวิต : การทำน้ำให้สะอาด (การตกตะกอน การกรอง)

เวลา 3 คาบ

- ความคิดรวบยอด
1. การตกตะกอนเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้แยกสารบางชนิดออกจากน้ำ
  2. การกรองเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้แยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำหรือของเหลว

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการของการตกตะกอนได้
2. ทำน้ำให้ใสโดยใช้หลักการตกตะกอนได้
3. อธิบายหลักการกรองได้
4. แยกสารเจือปนที่เป็นอนุภาคเล็ก ๆ ออกจากน้ำหรือของเหลวได้โดยใช้หลักการกรอง

### เนื้อหา

น้ำคลองมีสารที่ไม่ละลายน้ำปนอยู่ สามารถทำให้ใสได้โดยใช้สารส้มแกว่ง วิธีนี้เรียกว่า การทำให้ตกตะกอน ส่วนการกรองเป็นวิธีที่ใช้แยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำหรือของเหลว โดยอาศัยหลักการที่ว่าสารที่ไม่ละลายน้ำมีขนาดใหญ่กว่ารูวัสดุที่ใช้กรอง ไม่สามารถผ่านวัสดุกรองไปได้ สำหรับน้ำเกลือ น้ำหวาน และสีนั้นละลายอยู่ในน้ำ สามารถผ่านรูกระดาษกรองไปได้ ทำให้ความเค็ม ความหวาน และสียังคงอยู่

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
  - 1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับสถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
  - 1.2 จากข้อความในสถานการณ์ประกอบการอภิปราย ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา และตั้งสมมติฐาน

## 2. ขั้นทดลอง

นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองตามกิจกรรม 2.6, 2.7 ในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบ สมมติฐานที่ตั้งขึ้นและบันทึกผลการทดลองตามตารางบันทึกผลในแบบเรียน

## 3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 จากผลการทดลองนักเรียนอภิปรายร่วมกันตามแนวคำถามในสถานการณ์ ประกอบการอภิปราย
- 3.2 เมื่อนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถาม แล้วสรุปผลการทดลอง
- 3.3 ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติม

## สื่อการเรียนการสอน

1. สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
2. อุปกรณ์การทดลองตามกิจกรรม 2.6, 2.7

## การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม
2. สังเกตจากการทำกิจกรรม
3. ตรวจสอบผลจากการตอบคำถามจากสถานการณ์ประกอบการอภิปราย

### แผนการสอนครั้งที่ 3

(คาบที่ 7-9)

บทที่ 2 : น้ำเพื่อชีวิต : การทำน้ำให้สะอาด (การกลั่น การทำน้ำประปา)

เวลา 3 คาบ

- ความคิดรวบยอด
1. การกลั่น เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้น้ำบริสุทธิ์ โดยแยกสารที่เจือปนที่เป็นของเหลวออกจากน้ำ โดยต้มของเหลวให้กลายเป็นไอแล้วควบแน่นเป็นของเหลว
  2. น้ำประปา เป็นการทำน้ำให้สะอาดโดยผ่านกระบวนการหลายขั้นตอน การทำน้ำประปาลิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก จึงควรใช้อย่างประหยัด

#### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการกลั่นได้
2. นำความรู้เกี่ยวกับการกลั่นไปกลั่นของเหลวได้
3. อธิบายกระบวนการทำน้ำประปาได้
4. ตระหนักในคุณค่าของน้ำประปา และรู้จักใช้น้ำประปาอย่างประหยัด

#### เนื้อหา

การกลั่น เป็นกระบวนการต้มของเหลวให้กลายเป็นไอและความชื้นเป็นของเหลวเป็นการแยกสารเจือปนที่เป็นของเหลวออกจากน้ำ เป็นวิธีที่ทำน้ำให้บริสุทธิ์

การทำน้ำประปา เป็นการทำน้ำให้สะอาดมีกระบวนการหลายขั้นตอน เช่น ใช้วิธีทำให้ตกตะกอน การกรองและอื่น ๆ ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก จึงควรใช้อย่างประหยัด

น้ำที่สะอาดและปลอดภัยที่สุดคือน้ำที่ผ่านการต้มจนเดือด

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### 1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- 1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับสถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
- 1.2 จากข้อความในสถานการณ์ประกอบการอภิปรายให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อระบุปัญหาสาเหตุของปัญหา และตั้งสมมติฐาน

#### 2. ขั้นทดลอง

นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองตามกิจกรรมที่ 2.9 ในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น และบันทึกผลการทดลองตามตารางบันทึกผลในแบบเรียน

#### 3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 จากผลการทดลองนักเรียนอภิปรายร่วมกันตามแนวคำถามในสถานการณ์ประกอบการอภิปราย
- 3.2 เมื่อนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำตอบแล้วสรุปผลการทดลอง
- 3.3 ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติม

### สื่อการเรียนรู้การสอน

1. สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
2. อุปกรณ์การทดลองตามกิจกรรม 2.9

### การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม
2. สังเกตจากการทำกิจกรรม
3. ตรวจสอบผลจากการตอบคำถามจากสถานการณ์ประกอบการอภิปราย

### แผนการสอนครั้งที่ 4

(คาบที่ 10-12)

บทที่ 2 : น้ำเพื่อชีวิต : เรื่อง น้ำเสีย (สิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน)

เวลา 2 คาบ

#### ความคิดรวบยอด

น้ำเสีย คือน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร ไม่เหมาะแก่การเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและอุปโภคบริโภค

#### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของน้ำเสียได้
2. อธิบายการเกิดน้ำเสียสาเหตุต่าง ๆ เช่นการทิ้งสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน
3. บอกวิธีป้องกันน้ำเสีย และตระหนักถึงความรับผิดชอบ
4. บอกได้ว่าความเข้มข้นของสารละลายที่พอเหมาะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ

#### เนื้อหา

น้ำเสียเป็นน้ำที่ไม่เหมาะแก่การเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และใช้อุปโภคบริโภค สาเหตุเกิดจากการทิ้งสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน

ผงซักฟอกมีสารละลายฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบชนิดหนึ่ง สารนี้ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช ถ้ามีปริมาณพอเหมาะ จะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโต และแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็วขึ้น และจะป้องกันเรื่องนี้โดยทุกคนจะต้องมีความรับผิดชอบ

#### กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
  - 1.1 แต่ละกลุ่มรับสถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
  - 1.2 จากภาพในสถานการณ์ประกอบการอภิปรายให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตาม

แนวคำถามภายในกลุ่มของตนเองเพื่อระบุปัญหา สาเหตุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

## 2. ขั้นทดลอง

นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองตามกิจกรรม 2.10 ในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น และบันทึกผลการทดลองตามตารางบันทึกผลในแบบเรียน

## 3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 จากผลการทดลองนักเรียนอภิปรายร่วมกันตามแนวคำถามในสถานการณ์ประกอบการอภิปราย
- 3.2 เมื่อนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถาม แล้วสรุปผลการทดลอง
- 3.3 ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติม

## สื่อการเรียนการสอน

1. สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
2. อุปกรณ์การทดลองตามกิจกรรม 2.10

## การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม
2. สังเกตจากการทำกิจกรรม
3. ตรวจสอบผลจากการตอบคำถามจากสถานการณ์ประกอบการอภิปราย

## แผนการสอนครั้งที่ 5

(คาบที่ 13-15)

บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต เรื่องน้ำเสีย (สิ่งปฏิกลจากโรงงานอุตสาหกรรม สิ่งปฏิกลจากการเกษตร มาช่วยกันสร้างแหล่งน้ำให้สะอาด)

### ความคิดรวบยอด

1. น้ำมันที่ปกคลุมผิวน้ำส่วนใหญ่มาจาก โรงเรียนอุตสาหกรรมทำให้ก๊าซออกซิเจนในอากาศไม่สามารถละลายน้ำ มีผลให้สิ่งมีชีวิตในน้ำตาย
2. การใช้สารเคมี เช่น ปุ๋ย กำจัดศัตรูพืชมากเกินไป เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและทำให้น้ำเสีย
3. การป้องกันแก้ไขน้ำเสีย เป็นหน้าที่ของทุกฝ่ายที่ช่วยกันรับผิดชอบ

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถ

1. ทดลองและสรุปได้ว่าน้ำมันมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ
2. อธิบายถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมจากการที่น้ำมันปกคลุมผิวน้ำเป็นเวลานาน
3. อธิบายถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตจากการปล่อยน้ำที่มีอุณหภูมิสูงลงสู่แม่น้ำลำคลอง
4. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดน้ำเสียอันมีสาเหตุมาจากสิ่งปฏิกลจากโรงงานอุตสาหกรรม

### เนื้อหา

สิ่งปฏิกลจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น น้ำทิ้งที่มีอุณหภูมิสูง สารพิษ ได้แก่ ปุ๋ย ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม และคราบน้ำมัน ทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

โรงงานอุตสาหกรรมมักปล่อยน้ำมันรั่วไหล เทน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วหรือจากการทำความสะอาดเครื่องจักรลงสู่แม่น้ำลำคลองทำให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำขาดออกซิเจน ในที่สุดก็ตายเพราะน้ำมันปกคลุมผิวน้ำทำให้แสงแดดส่องไปไม่ถึงพืชน้ำไม่สามารถสร้างอาหารและเจริญเติบโตได้ ปัจจุบันเกษตรกรใช้สารเคมี เช่น ปุ๋ยกำจัดศัตรูพืชมากเกินไป ทำให้ตกค้างอยู่ที่ผิวกเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ตลอดจนสัตว์ที่อาศัยในน้ำ

ตั้งแนววิธีการป้องกันและแก้ไข เป็นหน้าที่ของทุกคนที่จะร่วมมือช่วยเหลือกัน โดยเฉพาะทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องโดยตรง ได้แก่ผู้ใช้ น้ำมัน ผู้ดำเนินการธุรกิจอุตสาหกรรมตลอดจนรัฐบาล

### กิจกรรมการเรียนการสอน

#### 1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- 1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับสถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
- 1.2 จากภาพในสถานการณ์ประกอบการอภิปรายให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามภายในกลุ่มของตนเองเพื่อระบุปัญหา สาเหตุของปัญหาและตั้งสมมติฐาน

#### 2. ขั้นการทดลอง

นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองตามกิจกรรมที่ 2.11 ในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น และบันทึกผลการทดลองตามตารางบันทึกผลในแบบเรียน

#### 3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 จากผลการทดลองนักเรียนอภิปรายร่วมกันตามแนวคำถามในสถานการณ์ประกอบการอภิปราย
- 3.2 เมื่อนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามแล้วสรุปผลการทดลอง
- 3.3 ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติม

### สื่อการเรียนการสอน

1. สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
2. อุปกรณ์การทดลองตามกิจกรรม 2.11

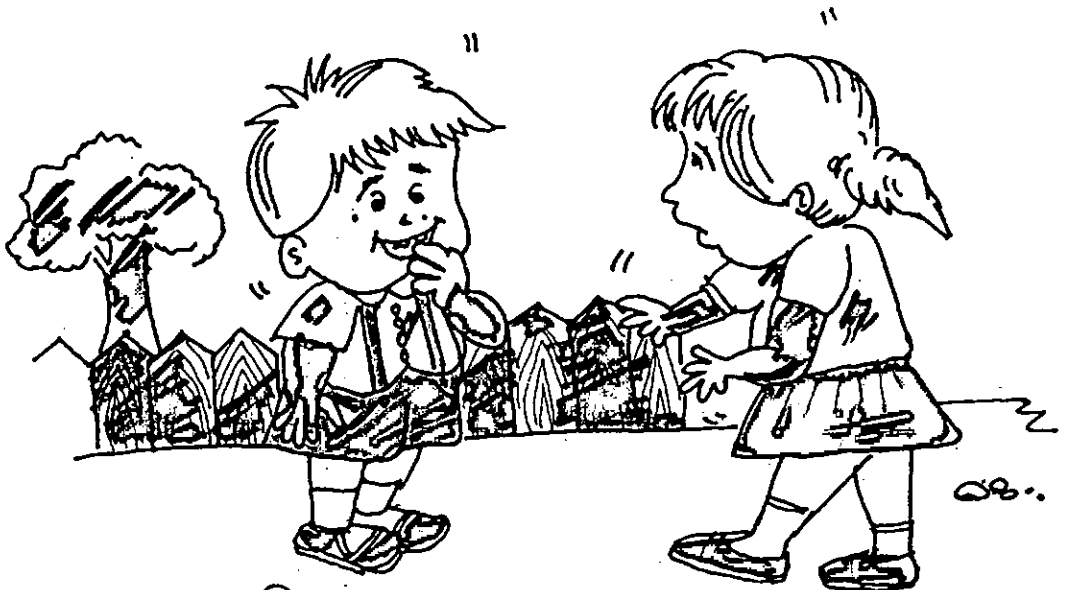
### การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม
2. สังเกตจากการทำกิจกรรม
3. ตรวจสอบผลจากการตอบคำถามจากสถานการณ์ประกอบการอภิปราย

ชุดที่ 4

# สถานการณ์ประกอบการอภิปราย

ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน



วิชา วิทยาศาสตร์ (ว101)

เรื่อง...

น้ำเสีย (สิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เวลา 3 คาบ

สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน  
เรื่อง น้ำเสีย (สิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน)

คำชี้แจง (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)

1. สถานการณ์ประกอบการอภิปรายนี้ประกอบด้วยเอกสาร 6 หมายเลข
  - 1.1 เอกสารหมายเลข 1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
  - 1.2 เอกสารหมายเลข 2 ขึ้นเสนอปัญหา ใช้ภาพให้นักเรียนอภิปรายก่อนการทดลอง  
เพื่อกำหนดปัญหา
  - 1.3 เอกสารหมายเลข 3 แนวคำตอบ ขึ้นเสนอปัญหาและขึ้นตั้งสมมติฐานแล้วให้นักเรียน  
ตรวจสอบสมมติฐาน โดยใช้กิจกรรมตามแบบเรียน
  - 1.4 เอกสารหมายเลข 4 แนวคำถาม เพื่อเป็นแนวทางในการสรุปผลการทดลอง
  - 1.5 เอกสารหมายเลข 5 เนื้อหาเพิ่มเติม
  - 1.6 เอกสารหมายเลข 6 แนวคำตอบขึ้นสรุปผลการทดลอง
2. ให้นักเรียนศึกษาเอกสาร แล้วปฏิบัติกิจกรรมที่ระบุไว้ ตั้งแต่เอกสารหมายเลข 1 ถึง เอกสาร  
หมายเลข 6 ตามลำดับ
3. ให้นักเรียนพยายามร่วมกันอภิปราย จากสถานการณ์เพื่อกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบ  
สมมติฐาน และสรุปผลให้เสร็จสิ้นภายในระยะเวลาที่กำหนด



จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ใช้เวลาประมาณ 3 นาที)

เมื่อนักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์ประกอบการอภิปรายนี้แล้ว นักเรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. อธิบายความหมายของ "น้ำเสีย" ได้
2. อธิบายการเกิดน้ำเสียจากสาเหตุต่าง ๆ ได้ เช่น การทิ้งสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน
3. บอกวิธีการป้องกัน แก้ไขน้ำเสียได้ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน
4. สรุปได้ว่าความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ



สถานการณ์

เอกสารหมายเลข 2

ภาพที่ 1



ภาพที่ 2





เอกสารหมายเลข 2

แผ่นที่ 2

ภาพที่ 3

1. ขั้นเสนอปัญหา (ใช้เวลาประมาณ 20 นาที)

1. จากภาพที่ 1 2 และ 3 ให้นักเรียนร่วมอภิปรายถึงปัญหา

1.1 .....

1.2 .....

1.3 .....

2. ให้นักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่ตั้งขึ้นในข้อ 1

2.1 .....

2.2 .....

2.3 .....

3. จากปัญหาในข้อ 1 ปัญหาที่น่าจะนำไปสู่การทดลองได้คือ .....  
เพราะเหตุใด.....



2. ขั้นกำหนดสมมติฐาน (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที)
- 2.1 จากปัญหาที่นักเรียนเลือกในข้อที่ 3 และสาเหตุของปัญหาในข้อ 2 จะตั้งสมมติฐานเพื่อ  
นำไปสู่การทดลองว่าอย่างไร โดยเขียนในรูปประโยค " ถ้า.....  
แล้ว....." และสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ควรสามารถตรวจสอบได้ด้วยการทดลอง
- 2.1.1 สมมติฐานข้อที่ 1 .....
- 2.1.2 สมมติฐานข้อที่ 2 .....
- 2.1.3 สมมติฐานข้อที่ 3 .....
- 2.2 จากสมมติฐานในข้อ 2.1 ข้อที่สามารถนำมาทดลองได้คือ ข้อใด.....
- 2.2.1 ตัวแปรต้น คือ .....
- 2.2.2 ตัวแปรตาม คือ .....
- 2.2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ .....
- เมื่อนักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามในขั้นเสนอปัญหา และ ขั้น
- กำหนดสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 3

## แนวคำตอบ

1. ขั้นเสนอปัญหา

จากสถานการณ์นักเรียนสามารถระบุปัญหา พร้อมกับสาเหตุของปัญหาได้ดังนี้

1. จากภาพให้นักเรียนศึกษาและร่วมอภิปรายถึงปัญหาได้ดังนี้
  - 1.1 ปัญหา คือ ทำไมประชาชนทิ้งน้ำที่ใช้แล้ว เช่น น้ำซักผ้า ลงในแม่น้ำ
  - 1.2 ปัญหา คือ ทำไมพืชน้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
2. สาเหตุของปัญหาในข้อ 1 คือ
  - 2.1 สาเหตุ คือ ประชาชนมักง่าย
  - 2.2 สาเหตุ คือ มีแร่ธาตุอาหารในน้ำ
3. จากปัญหาในข้อ 1 ปัญหาที่จะนำไปสู่การทดลองได้คือ ข้อ 2.2  
เพราะสามารถทดลองในห้องให้เห็นจริงได้



## แนวคำตอบ

2. ขั้นกำหนดสมมติฐาน

เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหา และสาเหตุของปัญหา นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

2.1 จากปัญหาที่นักเรียนเลือกในข้อ 3 และสาเหตุของปัญหาในข้อ 2 จะตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การทดลองได้ว่า

2.1.1 ถ้าประชาชนทิ้งน้ำที่ใช้แล้วลงสู่น้ำ ลำคลอง จะทำให้น้ำเสียได้

2.1.2 ถ้าสารละลายผงซักฟอกที่ทิ้งลงไปในน้ำมีความเข้มข้นพอเหมาะแล้วจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว

2.2 จากสมมติฐานในข้อ 2.1 ข้อที่สามารถนำมาทดลองได้คือ 2.1.2

2.2.1 ตัวแปรต้น คือ ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอก

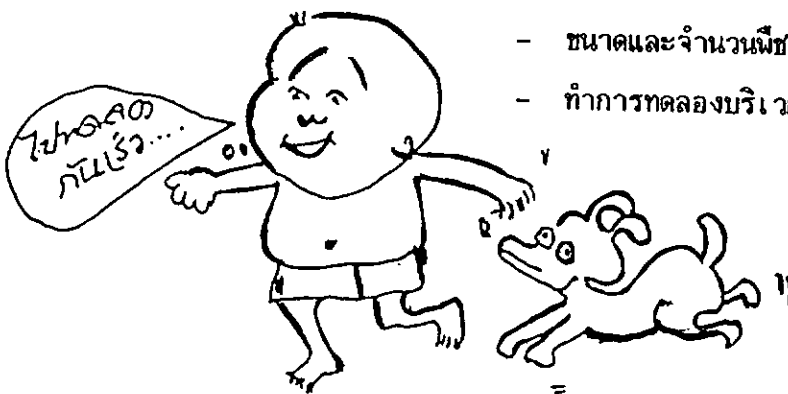
2.2.2 ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของพืชน้ำ

2.2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ - ปริมาณสารละลาย

- ขนาดของภาชนะที่ทดลอง

- ขนาดและจำนวนพืชที่เริ่มปลูก

- ทำการทดลองบริเวณเดียวกัน

3. ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานตามกิจกรรม 2.10 ในแบบเรียน (ใช้เวลาประมาณ 20 นาที)

เอกสารหมายเลข 4

4. ขั้นสรุปผลการทดลอง (ใช้เวลาประมาณ 25 นาที)

1. จากการทดลองการเจริญเติบโตของแทนในระยะเวลา 5 วัน ต้นแทนในแต่ละกล่งมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

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

2. ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของแทนหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

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

3. นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

3.1 .....  
3.2 .....  
3.3 .....

4. วิธีการใดที่ป้องกัน และแก้ไขน้ำเสีย

4.1 .....  
4.2 .....  
4.3 .....  
4.4 .....

### เนื้อหาเพิ่มเติม (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้น้ำตามม่น้ำ ลำคลองเสียก็คือ น้ำทิ้งจากบ้านเรือน น้ำทิ้งดังกล่าวมักเป็นน้ำทิ้งจากการทำความสะอาดซ้วล้างสิ่งสกปรกต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะเป็นสารละลายผลึกฟอก ถ้ามีปริมาณมากก็จะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำเสีย

ผงซักฟอกมีสารพวกฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบชนิดหนึ่ง สารนี้ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช ฉะนั้นในแหล่งน้ำใดที่ได้รับน้ำทิ้งประเภทสารละลายผงซักฟอกในปริมาณที่พอเหมาะจะทำให้พืชที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้น เจริญเติบโตและแพรวพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว

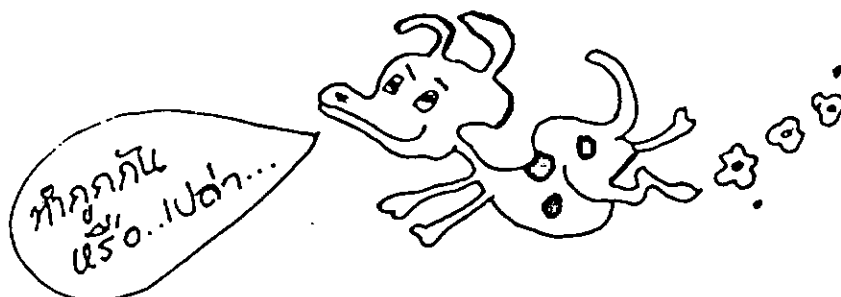
สิ่งต่าง ๆ ที่ทิ้งลงในน้ำ บางส่วนจะมีอาหารของจุลินทรีย์ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณ ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจนทำให้สิ่งมีชีวิตที่ต้องใช้ออกซิเจนตายส่งกลิ่นเน่าเหม็น น้ำนั้นจึงไม่เหมาะกับการอุปโภคและบริโภค



## แนวคำตอบ

4. ขั้นสรุปผลการทดลอง

1. ตลอดระยะเวลา 5 วัน ต้นแทนในในแต่ละกล่งมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้
  - 1.1 กล่งใบที่ 1 มีจำนวนต้นแทนครบ 10 ต้น ลักษณะของใบชืด
  - 1.2 กล่งใบที่ 2 มีจำนวนต้นแทนครบ 10 ต้น ใบชืด ส่วนวันที่ 4 - 5 ใบสีเขียวอบเหลือง ใบชืดขาวขึ้น
  - 1.3 กล่งใบที่ 3 มีจำนวนต้นแทนครบ 10 ต้น ตั้งแต่วันที่ 1 - 5 ใบ ยังเขียวสด
2. ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของแทนทรานได้โดย
  - 2.1 ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกที่เหมาะสมมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ
  - 2.2 พืชน้ำมีปริมาณที่พอเหมาะจะมีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมเพราะช่วยเพิ่มออกซิเจนแก่พืชน้ำ
3. ผลการทดลองสรุปได้ว่า
  - 3.1 ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกที่เหมาะสมจะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว
4. วิธีการป้องกัน และแก้ไขน้ำเสียอาจทำได้โดย
  - 4.1 แต่ละบ้านต้องมีถังขยะที่เหมาะสม
  - 4.2 ประชาชนทุกคนต้องมีความรับผิดชอบ
  - 4.3 ต้องมีมาตรการลงโทษต่อผู้ทิ้งสิ่งปฏิกูลลงในน้ำอย่างเด็ดขาด



## ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางมะลิวรรณ ชื่อสกุล วีระจิตต์  
เกิดวันที่ 20 เดือน กุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2499  
สถานที่เกิด บ้านเลขที่ 239/19 หมู่ 8 ตำบลสามพราน อำเภอสามพราน  
จังหวัดนครปฐม 73110 โทร 321272  
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 5  
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม  
โทร 311383

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2515	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนนาครประสิทธิ์
พ.ศ. 2517	ป.กศ. จากวิทยาลัยครูนครปฐม
พ.ศ. 2519	ป.กศ. สูง จากวิทยาลัยครูสวนดุสิต
พ.ศ. 2522	กศ.บ. (การศึกษามันที) เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
พ.ศ. 2533	กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) การสอนวิทยาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษานวัตกรรมทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์  
ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท.

บทคัดย่อ

ของ

มะลิวรรณ วีระจิตต์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2533

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท.

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มมีจำนวน 40 คน ทั้งสองกลุ่มนี้ใช้เนื้อหาในการทดลองเหมือนกันคือ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ใช้เวลาในการทดลอง 15 คาบ ๆ ละ 50 นาที กลุ่มทดลองสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู สสวท. ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest - Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือ สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ค่าความเชื่อมั่น .76) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ค่าความเชื่อมั่น .97)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
  - 2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
  - 2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีระดับ .01
  - 2.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ได้รับการ

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู สสวท. ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

A STUDY OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS' ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC  
CREATIVE THINKING THROUGH THE SITUATION DISCUSSION OF INQUIRY  
AMONG STUDENTS AND THE METHOD IN THE IPST TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT

BY

MALIWAN WEERACHITT

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

October 1990

The purpose of the research was to study about of the students' Achievement and Scientific creative Thinking Through the Situation Discussion of Inquiry Among Students and the Method in the IPST Teacher's Manual.

The Subjects were 80 students of Mathayom Suksa I of Watraikhingwithaya School, Amphur Samphran, Changwat Nakronphathom, During the first semester of the 1990 academic year. The subjects were divided into two groups : the experimental and control group, with 40 students in each. Both groups studied for 15 periods (50 minutes per period) and were taught the same contents about "Water for Life". The experimental group was taught Through Situation Discussion of Inquiry Among Students. The control group was taught through the Method in the IPST Teacher's Manual. Randomized Control Group Pretest- Posttest Design was used in the study. The instruments of this study were the Situation Discussion of Inquiry among students, the science achievement test (reliability = .76), and the science creative test (reliability = .97)

The results indicated that :

1. The academic achievement in Science of the experimental and Control group was not significantly different at the .05 level.

2. The scientific creative thinking of experimental and control groups was significantly different at the .01 level :

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

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

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

3. Posttest scores on the academic achievement and Scientific

Creative Thinking of the experimental and the control groups were significantly different at the .01 level.