

DOI: 10.11621/vsp.2021.04.06

ACTIVITY THEORY PROPOSED BY A.N. LEONTIEV APPLIED TO SIGNIFY AND STRUCTURE PROBLEM-SOLVING EXPERIMENTAL ACTIVITY IN CHEMISTRY TEACHING

Isauro Beltrán Núñez*, **Edenia Maria Ribeiro do Amaral**,
Marcus Vinicius de Faria Oliveira, **Luiz Fernando Pereira**

Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, Brazil.

Corresponding author*. E-mail: isaurobeltran@yahoo.com.br

Background. Traditional ways of developing practical work in chemistry classes mainly focus on providing narrow relations between theory and practice, following scripts without reflections on meanings for proposed actions, among other features. To improve chemistry learning, we propose a new model based on Activity Theory (AT), considering a Scheme for a Complete Orienting Basis of an Action (SCOBA) to guide experimental activities towards developing the students' chemical thinking and creativity.

Aims. To propose a model based on the Activity Theory proposed by A.N. Leontiev to guide experimental activities directed to problem-solving situations and promote structured and creative learning in chemistry teaching and learning.

Methods. A formative experiment involved 23 first-year undergraduates (median age 19 years) in a General Chemistry discipline of a mechanical engineering course at a Cuban university. The formative experiment consisted of an initial diagnosis to guide the elaboration of models (SCOBA) to develop five experimental activities during the classes. Data were collected from classroom observations focused on using the proposed model by the undergraduates and written text elaborated by them as they were executing actions in the experimental activities. Data analysis considered three levels of performance by the undergraduates, which suggested the quality of learning for them: correctly (I), partially (II), and incorrectly (III) supported by SCOBA.

Results. We found an increasing percentage of undergraduates who correctly perform the experimental activity (EA) based on the established model for the activity (SCOBA), from EA2 to EA6. Considering that the SCOBA is elaborated to facilitate learning from the integral actions, this result suggests most undergraduates gradually reached a good appropriation of the chemistry contents related to the experimental activities (86.9% in Level I at EA6). Progressively, the undergraduates

showed greater awareness, motivation, and independence for the experimental activities, improving productive social interactions, between pairs and with the instructor, during the classes.

Conclusions. The findings showed the potential of the organization of experimental activities based on the Activity Theory as an innovative proposal for more efficient teaching in professional training. Bringing together the problem-solving strategy as an experimental activity, developed under a basis of orientation for action, the students are given the possibility to engage consciously and creatively of solving problems, exploring, and deciding, being motivated protagonists of their learning.

Keywords: Activity Theory, Chemistry Teaching, Learning, Complete Orienting Basis of an Action.

For citation: Núñez, I.B., Amaral, E.M.R., Oliveira, M.V.F., Pereira, L.F. (2021) Activity Theory Proposed by A. N. Leontiev Applied to Signify and Structure Problem-Solving Experimental Activity in Chemistry Teaching. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 14. Psikhologiya* [Moscow University Psychology Bulletin], 4, P. 192–233. doi: 10.11621/vsp.2021.04.06

Received: June 18, 2021 / **Accepted:** July 10, 2021

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.Н. ЛЕОНТЬЕВА В ОПРЕДЕЛЕНИИ И СТРУКТУРИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ В ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИИ

И.Б. Нуньес, Э.М.Р. Амарал, М.В.Ф. Оливейра, Л.Ф. Перейра

Федеральный университет Риу-Гранди-ду-Норти, Натал, Бразилия.
Для контактов. E-mail: isaurobeltran@yahoo.com.br

Актуальность (теоретическое обоснование). Традиционно разработка практических занятий на уроках химии нацелена на выстраивание узкой взаимосвязи между теорией и практикой. На таких уроках обычно следуют за предписанной программой и не придают важности размышлениям о значении предлагаемых действий. Чтобы улучшить изучение химии, мы предлагаем новую модель, которая базировалась бы на теории деятельности

(ТД), а также включала бы полную схему ориентировочной основы действия (ООД). Это позволило бы направлять экспериментальную деятельность на развитие правильного мышления в сфере химии у учеников и пробудило бы их творческое начало.

Цели. Цель данной статьи — предложить модель, основанную на теории деятельности А.Н. Леонтьева, которая позволила бы направлять экспериментальную деятельность; сущность этой деятельности состоит в поиске решений поставленных задач и создании хорошо структурированной и творческой среды при обучении химии.

Методы. В образовательном эксперименте приняли участие 23 студента первого курса (средний возраст 19 лет) дисциплины «Общая химия» курса машиностроения одного из университетов на Кубе. Эксперимент состоял из начальной диагностики, необходимой для разработки моделей (ООД) пяти экспериментальных действий во время занятия. Данные были собраны из наблюдений на занятии. Наблюдения основывались на использовании студентами предлагаемых моделей и письменных текстов, которые они составляли при выполнении действий во время эксперимента. Данные анализа включали три уровня представления действий студентами, включая следующую классификацию по качеству выполнения действий: верно (I), частично верно (II), неверно (III) (согласно ООД).

Результаты. Мы обнаружили, что число студентов, правильно выполнивших задания, увеличивалось при работе по модели ООД от ЭД2 до ЭД6. С учетом того, что ООД создаются, чтобы упростить обучение комплексным действиям, такой результат большинства студентов говорит о постепенном освоении содержания предмета «химия» на хорошем уровне, особенно в том, что касается экспериментальной деятельности (86,9% на уровне 1 на ЭД6). Студенты постепенно выказывали более высокий уровень знаний, мотивации и независимости во время проведения эксперимента, улучшали продуктивность социального взаимодействия в парах и с преподавателями во время занятий.

Выводы. Полученные результаты показали возможности организации экспериментальных действий, основывающихся на теории деятельности, которая повышает эффективность преподавания в сфере профессиональной подготовки. Такой подход рассматривается как более прогрессивный способ преподавания в профессиональной среде. Решение рассматривать стратегию по решению задач как экспериментальную деятельность, разработанную на основе направленности действия, дает студентам больше возможностей вовлекаться в решение задач сознательно и творчески, исследовать, принимать решения, становиться мотивированными участниками процесса обучения.

Ключевые слова: теория деятельности, преподавание химии, обучение, полная ориентировочная основа деятельности.

Для цитирования: Нуньес И.Б., Амарал Э.М.Р., Оливейра М.В.Ф., Перейра Л.Ф. Применение теории деятельности А.Н. Леонтьева в определении и структурировании экспериментальной деятельности по решению задач в преподавании химии // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2021. № 4. С. 192–233. doi: 10.11621/vsp.2021.04.06

Поступила в редакцию: 18.06.2021 / Принята к публикации: 10.07.2021

Introduction

Chemistry can be considered a theoretical and experimental science that focuses on studying the properties, transformations, and constitutions of substances and materials. Theories and empirical procedures are in the dialectical unit. From this assumption, in instructional settings, experimental activities gain relevant formative potential. In literature, many studies deal with contributions from practical work or experimental activities for chemistry teaching and learning, pointing to the importance to understand purposes, strategies, and difficulties that teachers may face as they address chemical concepts throughout experimental activities in laboratories or classrooms.

Experimental activities are considered fundamental by most teachers because the students express interest and motivation to do experiments. Teachers need to show in practice what theories assume and wish to facilitate the understanding of the content (Silva, Machado, & Tunes, 2010). Colagrande, Martorano, and Arroio (2017) highlight other purposes for experimental activities, for instance, to help students elaborate and test hypotheses to understand phenomena, reinforcing the view of empirical work as part of building scientific knowledge as theory is intricately linked to practice. The authors considered the understanding of experimental activities from three categories proposed by Arruda and Laburu (2013): epistemological — they are a way of proving a theory and this leads to a traditional view of science; cognitive — they enable students to learn concepts; motivational — they increase the interest in learning.

Sedumedi (2017) investigated different types of knowledge that students can express as they are engaged in experimental activities, raising questions on how practical work enhances knowledge to be studied, or which aspects of the student's knowledge are improved. He presumed that practical work tasks must be used to engage students in multiple representations of applicable knowledge. His results point to practical work on acid-base concepts in a titration activity as useful to correctly character-

ize knowledge or concepts expressed by the students, given the teachers' chances to align objectives, assessment, and the use of didactical materials in the teaching and learning process. It is not appearing in the text in the Russian version. Results showed that the teachers were critical and did not only use practical work for convenience or tradition, instead preferring to propose experiments more than demonstrations and investigations, believing they help to elucidate key ideas, to engage students in multi-level thinking. There is an economy of resources and time and management considerations. Nevertheless, the teachers did not state assumptions and values about each type of practical work applied, suggesting somewhat uncritical thinking.

Hedesa (Hedesa, 2018) states that experimental activities are often uncritically and not problematically addressed in higher education. Few opportunities are given for undergraduates to create or suggest ideas in data collection, analysis, and elaboration of hypotheses as they are developing practical work. In general, instructors are holders of knowledge and approaches for scientific models in practical works are prevailing by using algorithms and tables of empirical parameters. In experimental activities, procedures seem limited to following a protocol proposed in manuals, organizing data, reporting results trying as much as possible to reach the expected outcomes, and errors often are seen as negative for the learning process. This is contradictory to the nature of scientific knowledge-building because the actions performed mechanically may not result in the construction of meanings for the concepts and phenomena studied.

Accordingly to the mentioned aspects, we point out some didactic and pedagogical problems regarding the use of experimental activities in instructional contexts: 1) teachers focus only on theoretical knowledge neglecting empirical dimensions of the scientific enterprise (absence of practical work); 2) experimental activities are just used to illustrate theory throughout simplified experiments with limited connections between theory, practice and conceptual meaning; 3) students perform experiments guided by scripts and pre-stated methods without space to signify and to problematize actions, operations and results along with the development of the activity; and 4) experimental activity is often displaced from contexts of scientific knowledge application, that is, procedures and scientific models are not associated with phenomena that occur in relevant social situations recognized by students; thus results from the experiments are only addressed from the scientific perspective. In this way, the pedagogical role for experimental activities is neglected by limiting them only to conferring empirical status to the knowledge

presented by instructors or teachers, and students' previous experiences and knowledge are not included in the making-meaning process for scientific/chemical knowledge.

In contrast to a traditional approach, we argue that experimental activities applied in instructional settings could represent real situations to mediate scientific models confronted to the reality lived by students, enabling them for conceptual, procedural, and attitudinal learning instead of accumulating, repeating, and memorizing exclusively conceptual knowledge. The procedural and attitudinal contents, articulated to the conceptual one, can stimulate scientific thinking and creativity and contribute to the formation of individuals as autonomous citizens and professionals, who are creative in solving problems in the professional endeavor and from society demands, both at basic and higher education. To put forward such perspective, here we are guided to the following question: *How to organize a system of experimental activities for chemistry teaching that favors the development of scientific thinking and learners' creativity?*

We addressed experimental activities based on the Psychological Activity Theory (AT) proposed by A.N. Leontiev, seeking to highlight meanings given to what we consider a learning activity and to organize constitutive elements of these activities as a system that implies a relationship between subjects, their motives and interests, objects, objectives, actions, operations, and results. Reshetova (Reshetova, 2017) argues that activity theory allows us to frame experimental activities more efficiently than the traditionally established teaching practice, considering that students are invited to signify their actions, among other characteristics. Talizina (Talizina, 2007) points that activity theory, as proposed by A.N. Leontiev, encompasses elements and conditions to emphasize truly active participation by students as they could interact consciously and actively with the object of learning, examining it from the point of view of their needs, seeking for ways of appropriating and transforming it throughout the understanding of the activity structure and the actions they perform to learn.

From the above discussions, in this work, we aim to discuss how experimental activities can be signified and structured in chemistry teaching based on the activity theory proposed by A.N. Leontiev. The emphasis is given to what we understand as activity, focusing on the repercussions and implications of practical work in the professional formation accessible from an innovative approach for teaching.

The theoretical foundation for an experimental activity system

One from other characteristics of the human personality is to be active, which is constituted and developed as individuals are in an activity. Consequently, in instructional settings, the understanding of how students learn and develop includes features on how they are engaged in diverse activities in which their personalities are embedded. Accordingly, investigations of scientific concepts learning invite us to adopt a given perspective on the activity. In this paper, activity is understood from the psychological point of view proposed by A.N. Leontiev for the Activity Theory (AT).

According to A.N. Leontiev (Leontiev, 1975), an activity could engage individuals in a search for satisfying certain needs, tackling them to a reality that should be transformed as they act and adopt attitudes toward it. In this sense, the activity mediates the subject-object relations encompassing a process beyond just a reaction or a set of reactions of the subject faced to the object. In a global view, activity is a form of generation, resolution, and development of the wide variety of human needs (objective, material and spiritual), which constitute the foundation and the meaning of life (Reshetova, 2017). A.N. Leontiev (Leontiev, 1975) argued that one individual's activity is a unit of life mediated by mental reflections guiding them toward the objective world. For Galperin (2000), activity is any process that is either systematic or occasional, supported by mental images that raise to a certain result, and the author highlighted the important role played by the orientation for action so that the individual facing a specific situation can correctly act on it.

Here, we are focusing on experimental activities to solve problems carried out in an instructional context. They are defined as a process to reach learning demands related to the content of chemistry. In this way, experimental activities could improve and transform the students' understanding of the content from a primary to a qualitatively higher domain, according to the consciousness on the objectives. This way of understanding the experimental activity brings benefits to the involvement of students in the meaning-making process for actions and operations performed in the activity, as opposed to a common practice of just following scripts.

Human activity cannot be examined outside the system of social context, which involves communicative interactions between subjects in different spheres. Every human activity encompasses experiences socially elaborated, such as: exploring objects and their transformations around the world; meaning-making for the objects of human culture (material and symbolic); producing objects from different types of knowledge: scientific,

technological, and others. Thus, experimental activities should be considered to establish relations between situations experienced by students that are relevant for their formation and scientific knowledge.

The students must be involved in the planning and proposition of experimental activities because this is essential to develop their scientific thinking (Talizina, Solovieva, & Quintanar, 2010). We believe that they could become more reflexive and conscious of the learning process as they are challenged to solve a specific problem by planning and organizing activities to be performed, using their potential creative thinking.

The structure of the activity

According to the Activity Theory (AT), different activity levels can be identified: activity, action, and operation. These structural elements correspond to different levels of regulation for activity, they are indissolubly related, and connections between them are revealed in their realization (Reshetova, 2013). Reshetova argues that the activity is seen as a complex systemic formation with different levels of structuring, functioning and mechanisms of self-regulation. From this assumption, we are proposing a structure for an experimental activity to solve problems highlighting differences between actions and operations. We assume that this activity is performed throughout an integral action that includes other specific actions, structured into a system of operations.

Any activity can be broken down into actions. A.N. Leontiev (Leontiev, 1975) defines action as the process subordinated to the representation of a certain result to be achieved, namely a conscious objective. Action and activity have an analogous operational composition. Action is a process whose motive does not coincide with its objective (that is, what it is directed towards), but it is part of the activity. For A.N. Leontiev (Leontiev, 1975), the objective of the action appears to the individual to be related to the motive of the activity in which it is part, then it arises and can be executed. An activity corresponds, therefore, to a set of actions articulated together by a common conscious goal. The only conscious element of the activity is the action performed by the individual based on the objectives they establish for themselves.

Action has an intentional aspect (what must be achieved) and an operational aspect (how it can be achieved). To perform an action, it is necessary to master the operations. For each action, there is at least one or a set of corresponding operations necessary for its realization. A sequence of operations represents a system (fixed or flexible) corresponding to a

certain procedure or objective necessary for the action. Operations are the content of any action.

What distinguishes operations from actions is that an operation depends on the conditions in which the goal is given, while an action is determined by the goal. In this way, the same operation can serve different actions, and an action can be realized through different operations. In this sense, A.N. Leontiev (Leontiev, 1975) considers that the operation is a product of the transformation occurring because of incorporating into another action and its technical nature. When the operations level of development is sufficiently high, it becomes possible to move on to the execution of more complex actions, and these, in turn, can provide the basis for new operations that prepare the possibility for new actions, and so on (Leontiev, 1975).

The components of the activity are not static in their structure. They can change, acquiring different functions. For instance, an activity becomes an action and vice versa if the goal and motive cease to coincide. As a rule, an operation can be understood as an act performed by an individual as a component of a larger act of an activity, with or without conscious participation. However, in other cases, an operation is an act performed based on a specific partial goal and, simultaneously, as part of another act also corresponding to the goal (Gabay, 2011).

The characterization of experimental activity as integral activity or action is not unchanged since action can turn into activity and vice versa. The experimental activity is proposed toward the students' learning demands searching for new learning and establishing what is learning throughout activities and actions. It leads the students to make meaning for experimental activity (Talizina, 1983).

Structural elements of action

From the AT perspective, the action or activity of solving problems through experimentation is structured as a system that includes the motive, objective, object, guide of orientation for action, a set of operations, and a product. It can also include the instruments or tools necessary to perform the activity, as well as the conditions under which it is performed (Talizina, 2007). Through these categories, the characteristics of any type of activity are revealed in an abstract-generalized way as a structural-systemic-integral formation (Reshetova, 2017). Students must be aware of this structure during the organization and realization of experimental activities.

Motive. For Talizina, Solovieva and Quintanar (2010), a decisive role is assigned to the motivational component of the activity. The individual's

activity always meets some of his needs, aiming to address an object that can satisfy them. The need is expressed in different ways: as an individual's discomfort experienced as a need not yet objectified; as a real object that solves the individual's need, an objectified need; as an image of an object of need, a motive that induces the purposeful activity of "appropriation" (Reshetova, 2017). The motive is an objectified need that stimulates activity toward a particular result (an object reaching the need). Identifying the motive allows us to know what the object of the activity is since A.N. Leontiev (Leontiev, 1975) compares the object of the activity with its actual motive.

In the experimental activity, the content to be mastered by the student comprises a motive in which the cognitive need must find its objective concretization. If the student does not have this need, he will not study to learn this content, or he will study to satisfy some other need. In the latter case, learning is no longer an activity because mastering the content alone does not satisfy the need to learn but only serves another intermediate goal.

The meaning attributed to the experimental activity by the student is determined not by the value of knowledge in the studied subject or the goals set by the teacher, but by the student's motives and their attitude toward the experimental activity. Only with the necessary positive attitude, will the knowledge acquired be meaningful and relevant to their formation.

Object. Every activity has an object that is transformed into the desired product and the action is performed with one or another object that constitutes its motive (Leontiev, 1975). For the author, the essential characteristic of the activity is its object. The main difference between one or other types of activities lies on their objects, which determine the focus of the activities. In the case with the problem-solving experimental activity, the object refers to the content to be learned by the student, who transforms himself into a personality.

The product of an individual's activity is not only a transformed object but also a mental reflex of this process of transformation — an image acting like an internal activity that guides the individual in mastering the objects of the external world and organizing their life. In this sense, experimental activities carried out exclusively to prove the theory do not reach the goal for the formation of the individual. Thus, as pointed out in previous works, if the teachers uncritically or conventionally use experimental activities only to prove the theory, leading students to follow pre-formatted scripts and reach expected results, the activity may be unproductive to develop the scientific, critical, and creative thinking.

Objective. The objective is an imaginary representation of the possible results by carrying out a concrete action. Every activity is carried out

based on purposes or objectives that guide actions toward their goals. The correlation between the purpose of the learning activity and the motives that lead the student to perform an action allows revealing the different personal meanings attributed to learning by them (Leontiev, 1975).

The meaning is expressed in the relationship between the objective and the motive (Leontiev, 1975). It is given by the individual's need to be satisfied of the object during the activity process and varies according to everyone's peculiarities, the diversity and hierarchy of needs based on their personal history and previous knowledge.

Due to the subjective nature of the activity, the objectives of an experimental activity are defined by the student concerning the problem they must solve practically. This idea is important because the teacher must pay attention not only to the motives that drive the student's activity but also to the objectives that they set as goals for the activity. These goals should be clear to the teacher and the students to foster interest and promote conscious engagement in the tasks and actions to be performed.

Instruments/Tools. The individual's relation to the world is not a direct process but fundamentally a mediated relation. In experimental activities, actions are performed using specific materials and signs (symbolic language) that constitute instruments or tools necessary to carry out the activity. The actions in problem-solving and experimental activities are associated with the use of material means, such as equipment, reagents, safety apparatus, among others, as well as those of symbolic nature (language), of which students should be aware when selecting and handling materials to understand the role played by them in the activity.

Language plays an essential role in the development of all higher psychological functions. Although A.A. Leontiev (Leontiev, 1997) emphasised the activity, he attributed an important role to communication and appropriation processes in the social activity. In general, whether in a laboratory or classroom environment, experimental activities imply the use of a chemical vocabulary that is specific to this type of activity. Often, lists of names, definitions and images for glassware, equipment, procedures, reagent solutions and other lab materials are introduced to the students through manuals. However, the students should know on these materials in their effective use along with the development of the activities. The students can understand materials, equipment, procedures, and processes as they are introduced to actions and operations to be performed in the activity. They must also be faced with stereotypical images of laboratories and chemical experiments often present in common sense. It is important that the students express their perceptions and understandings on the

practical work, confronting previous images or expectations, to make meaning for actions, operations, and results. In this way, the negotiation of senses and meanings from discursive interactions play a fundamental role in the students' learning when they perform experimental activities and, in this process, the dialectical relationship between theory and practice in chemistry teaching could be expanded.

Conditions. The analysis of this essential element is important to understand and develop the problem-solving experimental activity. They represent the set of situations in which the student performs the activity. They refer to the environmental conditions: special arrangements — benches, mobility, lighting, ventilation, safety conditions, and the psychological climate in which the activity takes place. The planning and execution of the action, its adjustment during the process, and evaluation at the end are linked to these conditions. The consciousness of the conditions under which the specific experimental activity is performed may lead to the development of scientific and critical thinking. Students are thus invited to reflect on the possibilities and limitations that this activity contains to scale the approximations between theory and practice, between model and phenomenon, expanding the possible learning achieved when conducting experiments.

The product of the activity. It is the result obtained from the transformations that occur in the object through actions and operations, which may or may not coincide with the proposed goal. In the problem-solving experimental activity, the product is the content assimilated by the student, which includes conceptual knowledge as well as practical skills representative of procedural and attitudinal learning, all of which contribute to the development of scientific and creative thinking by the students.

Functionals aspects of the action

A proposal for experimental activities based on the activity theory is organized, considering not only the structure of the integral action but also its functional aspects in an integrated manner. Each action has closely interconnected and interdependent parts that fulfill certain functions and allow the achievement of the objective. Galperin (Galperin, 2000) in the analysis of the actions, pointed out that their functional parts can be identified: the orientation, the execution and the control or regulation.

Orientation. To generate a new action, it is necessary to elaborate, initially a plan, called by Galperin of SCOPA (Scheme for a Complete Orienting Basis of an Action) (Galperin, 2000). Among others, the orientation comprises the formulation of the task to be solved by the student. For

Davydov (Davydov, 1997), according to the activity theory, the meaning of the task is the unity of the goal and the conditions for its accomplishment. In the activity, the actions responded to a task proposed under certain conditions, and faced with the proposed task, the student establishes a goal and the conditions to achieve it.

The integral action can be divided into a system of other actions as the solution of the task is complex (Leontiev, 1997), and each action is governed by partial objectives, which presuppose to reach intermediate products while preserving their functional parts in this process. Referring to the functional parts of the integral action, we can point to macro and micro components into which it is divided.

The basis of orientation for the action has the following aims: a) the correct and rational planning for execution of the action; in these cases, its content consists of taking into account the conditions objectively necessary for the correct (and rational) structuring of the execution in advance; and b) guaranteeing the rational choice of one of the possible complements (Talizina, 2019). The basis of orientation is not given by the teacher. Still, it is elaborated by the students under the teacher's mediation to have an orientation for the integral action of solving problems through the experimental route, according to its structural and functional elements. The SCOBA (Scheme for a Complete Orienting Basis of an Action), defined by the teacher and based on the ideas of Galperin (Galperin, 2000), is presented in Table 1. Each element of the integral action (IA) should be discussed: the actions (A) that constitute the IA and the operations (O), negotiating the meanings attributed by the students and the meanings they have in the action model represented by SCOBA.

In Table 1, the students can have a model for action materialized by them in a study card as a guide for planning and developing experimental activities.

According to Galperin (Galperin, 2000), the dimension of orientation for the action corresponds to the main step in the problem-solving activity, allowing the students consciously to plan, execute and control/value the process and the product of the activity, which helps to make the necessary corrections if it is necessary. This could be addressed as the sense of learning to learn. In functional terms, the basis of orientation for the action can be considered a special case of preparation for the execution and regulation/control of the activity (Gabay, 2011).

Execution. It consists of actions and operations. The execution of the action is precisely to put into practice the sequence of operations es-

Table 1

Scheme of the structure for the Integral Action (IA)

A1. Identify the contradiction	
A2. Define the problem to be investigated. Task delimitation.	
A3. Definition of the hypothesis.	
A4. Planning the activity	<ul style="list-style-type: none"> • O1. Definition of objectives and goals. • O2. Definition of experimental strategies to prove the hypothesis. • O3. Selection of materials, equipment, safety apparatus and reagents available in the laboratory. • O4. Determination of necessary and available conditions. • O5. Prediction of possible experimental errors and accidents.
A5. Execution of the general actions	<ul style="list-style-type: none"> • O1. Perform actions and operations according to the plan. • O2. Observe, describe, and collect data. • O3. Analyze the data. • O4. Formulate conclusions concerning the expected product and the one obtained in the experimental activity.
A6. Control/regulation of the activity	<ul style="list-style-type: none"> • O1. Monitor the performance of the experiment according to the goals, actions and conditions defined in the planning. • O2. Make the necessary corrections during the process and when identifying differences between what was planned and possible errors in the experiment. • O3. Reformulate the planning and carry out the actions/operations again if it is needed. • O4. Valuing the product of the activity.

established in the orientation. It is what allows the object of the action to be transformed into the expected product.

Control/Regulation. It is the form of monitoring and regulating the action. The model defined in the orientation is considered to compare the results during and at the end of the process, making any corrections if necessary. In the execution, the orientation can be reformulated and refined.

Thus, the problem-solving experimental activity in Chemistry visualized under the lens of the activity theory can be represented in the structural and functional terms, according to Figure 1.

It is important to reinforce that all these elements form a dynamic and flexible system. Its components are dependent on each other, integrating themselves to contribute to the development of scientific thinking.

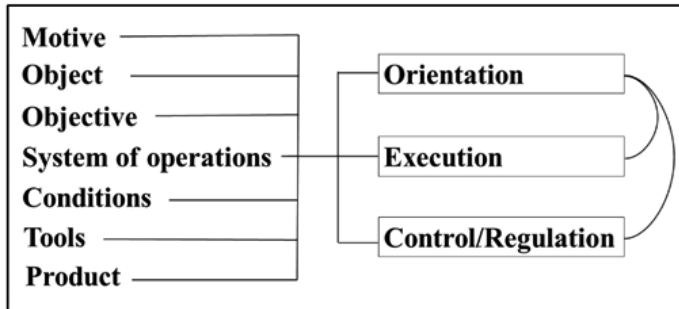


Fig.1. Scheme of the structural and functional elements of the integral action

Discussing the proposed system from an empirical case

To better visualize the proposed system, we present some results from a research carried out with 23 first-year undergraduates (average age of 19.3 years; 47% female, 53% male). These were students in a General Chemistry discipline of a mechanical engineering course at a Cuban university, under a reformulation of chemistry teaching for professional training. In this context, a formative experience was planned to study the influence of the organization of experimental activities based on the model of general activity, including the Scheme for a Complete Orienting Basis of an Action (SCOBA), in the undergraduates' learning. First, a diagnosis of characterize levels of the undergraduates' knowledge on the actions and general orientations for the activity to be elaborated for engaging them in solving problem situations in the laboratory. The results of this analysis were used as a basis for the formative experience planning.

Throughout the experimental activity, we observed how the undergraduates used the SCOBA to solve the problems and when the instructor's interventions were necessary to support them in this process. The undergraduates were asked to fully record their ideas along with the execution of the problem-solving activities. It is important to highlight that here the purpose was not the formation of practical manipulative skills in the laboratory, but rather to develop the undergraduates' scientific thinking applied to the specific content of the discipline through experimental activities for resolution of problems. Collected data from the observations and from the undergraduates' written texts were analyzed and categorized to identify levels of development reached by the undergraduates as they were executing this activity.

In the discipline, the undergraduates must attend seven experimental activities in the laboratory, from which we selected one to present some results in this article. The content of each experimental activity was structured based on a problem situation that contained a contradiction at the phenomenological level, involving previous knowledge and observation of a new situation. This challenged the undergraduates to formulate the problem as a task, and plan and carry out an experiment according to a basis of orientation for action elaborated with the mediation of the instructor.

In a first experimental activity of the formative experience (EA1), a problem-solving situation was presented to motivate the undergraduate in discussing possible forms of activities that could help them to find a solution. They should establish a model of the activity (integral action) referenced in the SCOPA to elaborate a plan to perform and control the experimental activity with the instructor's support. In Table 2, we show preliminary aspects guiding the basis of orientation for the integral actions.

Table 2

Proposal for experimental activity on a distillation of liquid mixtures

<p>Antecedent: the traditional way of organizing the activity. The activities in the laboratory consisted of the application of the simple distillation technique for a specific mixture.</p>	<p>New proposal for structuring the activity. Distillation and titration techniques for determining concentrations are proposed as a strategy oriented to the proof of hypotheses.</p>
<p>Previous knowledge empowers a dialectical contradiction. - A pure liquid at constant pressure (P) has a constant boiling temperature (T). - A mixture of two volatile and miscible liquids, at constant P, has a variable boiling T.</p>	
<p>Experimental situation to be performed in the laboratory by the instructor. Observing a mixture of HCl-H₂O with an initial composition of less than X HCl = 0.19, heated to a constant pressure of 1 atm, and verifying that the boiling temperature of the mixture varies during heating until reaching a constant temperature value. Observation of the phenomenon by the student.</p>	
<p>Teacher question: What is contradictory to the observed temperature in this experiment concerning your previous knowledge about the boiling temperature behavior for two-component liquid solutions?</p>	

In Table 2, we illustrate a case in which we consider dialectical contradictions as a structuring element of the problem, which increased the development of students' scientific thinking as they were invited to think about the problem-solving process. In his work on teaching problems,

Majmutov (Majmutov, 1977) highlights the importance of the investigative method represented in the integral action model (IA) in science teaching. He also points out how this method reflects the highest level of assimilation, allowing the student to relate to a general method of science and to the general stages of knowledge, contributing to the development of scientific thinking.

Starting from the experimental demonstration performed by the instructor (Table 2), the undergraduates organized the resolution of problems according to the activity model materialized in a study card. They should identify the contradiction inherent in the problem situation presented by the teacher, define the problem and formulate augmented hypotheses, plan the experimental activity, and carry it out to test the hypothesis, following the model's orientation that they developed.

The formative experience was followed in the next lessons with other experimental activities (EA2, EA3, EA4, EA5, EA6). The planning and the experimental activities were carried out in pairs following the structure of integral action (IA), enabling them to interact and share ideas and experiences. After discussing the planned activities with the teacher, they carried out the planning, not as a linear process of actions and operations, but as a system structured in a logic consistent with the nature of scientific research in the academic context.

At the end of each practical work, an integrating seminar was held. Every pair presented the report of the actions performed, discussing the process, success and difficulties, learning and valuing how this experience contributed to their training as a professional.

Some Results and Discussions

At the start of the EA1, there was an initial diagnosis about the undergraduates' knowledge of a structure for problem-solving experimental activities. The students expressed ideas in which experimental did not identify any integrated knowledge on structural and functional dimensions of the activity, taking as reference the SCOPA model in question. This finding suggested that they did not understand, to some extent, the demands for scientific and creative thinking but rather showed a type of thinking guided by spontaneity. These results were discussed with the undergraduates, and it allowed a positive feeling and interest to learn from the experimental activity.

Following the lesson, the formative experience was initiated according to the plan elaborated by the instructor from the results of the initial diagnosis. At this moment, the activity consisted in proposing a model

for the problem-solving activity in the laboratory, considering a process of negotiation between meanings expressed by the undergraduates in the initial diagnosis, and the desired goal established in the SCOBA. Once this activity was completed, the undergraduates had a model materialized in a study card that allowed them to think, plan and develop the experimental activities. Thus, the experimental activities from EA2 to EA6 were performed using as reference the study cards. The undergraduates' levels of performing in the use of SCOBA during the experimental activities are presented in Table 3.

Table 3

Undergraduates' levels of performance in using SCOBA along with the activities

Experimental Activity	Level I Correctly supported by SCOBA to do the task (%)	Level II Partially supported by SCOBA to do the task (%)	Level III Incorrectly supported by SCOBA to do the task (%)	Missing in activity (%)
EA2	26.0	48.0	26.0	0
EA3	43.0	35.5	17.2	4.3
EA4	61.0	26.0	13.0	0
EA5	69.9	17.2	8.6	4.3
EA6	86.9	13.1	0	0

In Table 3, we can realize an increasing percentage of undergraduates who correctly perform the experimental activity based on the established model for the activity (SCOBA), from EA2 to EA6. Considering that the SCOBA is elaborated to facilitate learning from the integral actions, this result suggests most undergraduates gradually reached a good appropriation of the chemistry contents related to the experimental activities (86.9% at Level I, at EA6). In this same direction, the undergraduates showed greater awareness, motivation, and gradual independence for this type of activity. We observed an improvement in the productive social interactions, between pairs and with the instructor, during the lessons.

At the end of the lessons, the undergraduates answered a questionnaire to evaluate the formative experience. For the students at Level I, to carry out the activities according to a reference model (SCOBA) allowed organizing their ideas being with understanding of what was done and why. This, in turn, facilitated the monitoring and control of the process of problem-solving situations. Other answers showed that, for 96% of them, the way of performing the experimental activities in the Chemistry labora-

tory provided them with satisfaction and created positive reasons for the study of the discipline. This is relevant if we consider the importance of motivation to engage individuals in the activity according to A.N. Leontiev's theory. These opinions from the undergraduates point to the possibilities of learning to learn as an essential condition in academic education.

In this way, elements constituting the activity contributed to a greater significance of the experimental activities, when epistemological and pedagogical aspects were addressed from the undergraduates' reasoning and interests. The engagement of these undergraduates in processes of meaning-making for theoretical concepts and models from actions and operations carried out in a practical sense was fostered in the proposed activities. These activities were mediated by language in discursive interactions that confront personal senses and meanings stabilized by science, materializing the theory-practice relations in critical and creative learning. The results showed that they consciously solved problems based on the structure of orientation for actions they carried out in terms of the content learning and their contribution to the development of chemical thinking.

Concluding remarks

The research developed aimed to reveal the potential of an innovative formative experience for General Chemistry teaching and learning in the formation of mechanical engineers, based on the theory of activity of A.N. Leontiev. Here, we bring together an approach articulating experimental activity and problem-solving situations, carried out from a Scheme for a Complete Orienting Basis of an Action (SCOBA). Results pointed out the undergraduates were motivated and consciously engaged to creatively solve problems, exploring, making decisions and being protagonists of their learning.

We believe that experimental activity cannot be reduced to just experimentally finding an answer but requires the generation or revision of knowledge that makes it possible to formulate questions appropriately and interpret them. As a product of this activity, the undergraduates seemed to appropriate new knowledge of Chemistry linked to further professional activity. In turn, as Reshetova (Reshetova, 2017) points out, the content of assimilation must not only be knowledge resulting from science but also ways of organizing cognitive activity and scientific thinking, the formation of a theoretical attitude towards reality.

Bringing together the problem-solving strategy as a type of experimental and organized activity, developed under a basis of orientation for action, supported by the activity theory, the students are given the possibility to

engage consciously and creatively to solve problems, explore, and decide, as motivated protagonists of their learning. Solving tasks helps to develop thinking, and teaching how to think, according to Ilyenkov (1964), and implies organizing the process of assimilation of knowledge and culture as the best instruction to build ways of living.

The findings showed the potential of the organization of experimental activities based on A.N. Leontiev's theory as an innovative proposal for more efficient teaching in professional training. And similar outcomes were validated and incorporated in the pedagogical structure of classes of General Chemistry by other specialists in the area at two Brazilian public universities. We highlight the importance of conducting studies on the proposed model in other academic and scholarly contexts to bring more contributions.

Введение

Химия — это теоретическая и экспериментальная наука, которая изучает признаки, изменения и строение веществ и материалов. Теории и эмпирические процессы представляют диалектическое единство. Исходя из этого предположения, в обучающей среде экспериментальные действия приобретают соответствующий формирующий потенциал. В литературе многие исследования посвящаются вкладу практической деятельности или экспериментальных действий в обучении химии и процессе познания. В научных трудах указывается важность понимания целей, стратегий, трудностей, с которыми могут столкнуться учителя при объяснении понятий из области химии и при выполнении экспериментальных действий в лабораториях или аудиториях.

Большинство учителей считают экспериментальную деятельность основополагающей, потому что учащиеся проявляют интерес и мотивацию к экспериментам. Учителям необходимо на практике показать, о чем говорится в теории, и таким образом облегчить понимание теоретического содержания (Silva, Machado, Tunes, 2010).

Е.А. Колагранде, С.А.А. Марторано и А. Арройо (Colagrande, Martorano and Arroio, 2017) выделяют другие цели экспериментальной деятельности, например, помощь студентам в разработке и проверке гипотез для понимания явлений, что дает возможность расширить представление об эмпирической работе как части построения научных знаний. Теория неразрывно связана с практикой. Авторы изучили, как экспериментальная деятельность понимается с точки зрения трех категорий, предложенных С.М. Аррудой и С.Е. Лабуру (Arruda

and Laburu, 2013): 1) эпистемологической — они служат способом доказать теорию, и это приводит к традиционному взгляду на науку; 2) когнитивной — что позволяет студентам изучать концепции; 3) мотивационной — они повышают интерес к обучению.

Т.Д.Т. Седумеди (Sedumedi, 2017) исследовал различные типы знаний, которые студенты могут применять в ходе экспериментальной деятельности, что позволяет задать вопрос о том, как практическая работа улучшает освоение необходимых знаний или какие аспекты знаний учащегося улучшаются. Он предположил, что практические задания должны применяться, чтобы вовлечь студентов в многократное повторение и применение знаний. Его результаты указывают на то, что практическая работа над кислотно-щелочными реакциями в процессе титрования полезна для правильного описания знаний или концепций, которые выражают учащиеся. На результаты также влияла и возможность учителя согласовывать цели, выставлять оценки и использовать необходимые для преподавания и обучения материалы. Результаты показали, что учителя были настроены критически и использовали практическую работу не только для удобства или как дань традиции. Наоборот, они предпочитали проводить эксперименты и демонстрировать реакции, проводить исследования, потому что считали, что так лучше объяснять ключевые понятия и вовлечь обучающихся в многоуровневое мышление. Таким образом, экономят ресурсы, время и усилия на управление процессами. Тем не менее, учителя не высказывали предположений и не говорили о ценностях каждого вида применяемой практической работы, что говорит о некритичности их мышления.

И. Хедеса (Hedesa, 2018) утверждает, что экспериментальные действия часто не подвергаются критической оценке и не имеют целью научить решать ту или иную задачу в системе высшего образования. У студентов мало возможностей по предложению или придумыванию каких-либо предложений по сбору, анализу данных, по разработке гипотез по мере выполнения практических заданий. В целом выходит так, что при выполнении практических заданий носителями знаний и подходов к пониманию научных моделей остаются учителя, и работа в них ведется по алгоритмам и таблицам эмпирических параметров. В экспериментальной деятельности действия, по-видимому, ограничиваются соблюдением предписанного руководствами протокола, систематизацией данных, представлением результатов, и попытках (насколько это возможно) достичь ожидаемых результатов. Так, ошибки часто рассматриваются как негативное для процесса об-

учения явление. Это противоречит природе научного познания, поскольку действия, выполняемые механически, могут и не привести к формулированию значений для изучаемых понятий и явлений.

На основании упомянутых аспектов, мы выделили некоторые дидактические и педагогические задачи, затрагивающие использование экспериментальных действий в учебных контекстах: 1) учителя сосредотачиваются только на теоретических знаниях, пренебрегая эмпирическими аспектами научной деятельности (отсутствие практической работы); 2) экспериментальная деятельность используется только для иллюстрации теории в ходе упрощенных экспериментов с ограниченными связями между теорией, практикой и концептуальным значением; 3) студенты проводят эксперименты, руководствуясь сценариями и заранее установленными методами, без пространства для определения действий и постановки задач, выделения необходимых операций и формулирования результатов по ходу развития деятельности; и 4) экспериментальная деятельность часто вытесняется из вопроса применения научных знаний, то есть выполняемые процедуры и научные модели не связаны с явлениями, которые происходят в соответствующих социальных ситуациях, с которыми сталкиваются студенты. В результате этого, эксперименты рассматриваются как нечто применимое только в науке. В итоге мы пренебрегаем педагогической ролью в экспериментальной деятельности, поскольку она ограничивается исключительно эмпирическим состоянием усвоения знаний, предлагаемых педагогами, учителями. Прошлый опыт студентов и их знания не включаются в процесс осмысления научных знаний о химии.

В отличие от традиционного подхода, мы считаем, что экспериментальная деятельность, применяемая в учебных заведениях, может моделировать реальные ситуации, позволяющие опосредовать научные модели, сопоставлять их с реальностью, в которой живут учащиеся, тем самым позволяя им изучать концептуальные, процедурные и поведенческие аспекты вместо простого накопления, повторения и запоминания исключительно концептуальных знаний. Те подходы и процедуры, что формулируются в соответствии с заданным концептом, могут стимулировать научное мышление и творчество, помочь формированию отдельных личностей в самостоятельных граждан, профессионалов, проявляющих творческий подход в решении профессиональных задач и удовлетворении требований общества — как в базовом, так и в высшем образовании. Для дальнейшего развития данной мысли мы предлагаем руководствоваться следующим во-

просом: как организовать систему экспериментальных действий по обучению химии, которая способствовала бы развитию научного мышления и творческих способностей обучающихся?

Мы рассматриваем экспериментальные действия, основываясь на психологической теории деятельности А.Н. Леонтьева. Мы стараемся подчеркнуть значения, которые мы придаем действиям в процессе обучения. Авторы данной статьи также стремятся организовать составные элементы этой деятельности в систему, которая подразумевает взаимоотношения между субъектами, их мотивацию и интересы, объекты, цели, действия, операции и результаты. З.А. Решетова (Решетова, 2017) считает, что теория деятельности позволяет нам формулировать экспериментальную деятельность более эффективно, чем традиционно сложившаяся практика преподавания, поскольку студентам предлагается, среди прочего, определять свои действия. Н.Ф. Талызина (Талызина, 2007) отмечает, что теория деятельности, предложенная А.Н. Леонтьевым включает в себя элементы и условия, позволяющие сделать акцент на по-настоящему активном участии обучающихся — это позволило бы им более сознательно и активно взаимодействовать с объектом обучения, изучать его с точки зрения собственных потребностей, искать подходящий путь по обращению и трансформации изучаемого посредством понимания структуры деятельности и производимых действий.

Основываясь на вышеуказанных источниках, авторы данной работы предлагают рассмотреть как экспериментальные действия могут быть структурированы и выражены через обучение химии на основании теории деятельности А.Н. Леонтьева. Мы акцентируем внимание на том, что понимаем под деятельностью, и обращаемся к влиянию практической работы и вовлечению в нее как части формирования профессионалов, ставшей доступной благодаря инновационному подходу к обучению.

Теоретическая основа для системы экспериментальной деятельности

Еще одна характеристика человека как личности — активность, которая формируется и развивается по мере того, как люди занимаются какой-либо деятельностью. Как следствие, в образовательной среде именно понимание того, как учащиеся учатся и развиваются, включает в себя и процесс вовлечения в различные виды деятельности, где будет развиваться их личность. Соответственно, исследования по изучению научных концептов предлагают нам определенный

взгляд на этот вид деятельности. В данной статье деятельность понимается с психологической точки зрения, предложенной А.Н. Леонтьевым в рамках теории деятельности.

Согласно А.Н. Леонтьеву (Леонтьев, 1975), деятельность может вовлекать индивидов в поиск возможностей удовлетворить их потребности, соотнося их с реальностью, которая трансформируется в результате действий индивидов и изменения отношения к ней.

В этом смысле деятельность опосредует субъектно-объектные отношения, охватывающие процесс, который выходит за рамки простой реакции или набора реакций субъекта, обращенного к объекту. В глобальном понимании деятельность — это форма порождения, разрешения и развития широкого спектра потребностей человека (объективных, материальных или духовных), которые составляют основу и смысл жизни (Решетова, 2017). А.Н. Леонтьев (Леонтьев, 1975) считал, что деятельность одного индивида — это единица жизни, опосредованная осмыслением ментальных единиц, направляющих их к объективному миру. П.Я. Гальперин (Гальперин, 2000) определял деятельность как любой процесс, систематический или разовый, который поддерживается мысленными образами, способными привести к определенному результату. Автор также подчеркивал важную роль, которую играет направление действия, что позволяет человеку, столкнувшемуся со специфической ситуацией, правильно вести себя в ней.

Здесь мы фокусируемся на экспериментальных действиях, которые помогают решать задачи в образовательном контексте. Их определяют как процесс достижения учебных целей в предметной области химии.

Так, экспериментальная деятельность могла бы улучшить или трансформировать понимание обучающимся содержания с первоначального уровня до качественно высокого в соответствии с осознанием целей. Такое понимание экспериментальной деятельности оказывается полезным для вовлечения студентов в осмысление действий и операций, выполняемых в рамках заданной деятельности, и отличающийся от распространенной практики простого выполнения протоколов.

Человеческая деятельность не изучается вне системы социального контекста, что включает коммуникативное взаимодействие между объектами из разных сфер. Каждый вид человеческой деятельности направляет социально воспринятый опыт, например: изучение объектов и их трансформаций по всему миру; создание смысла для

объектов человеческой культуры (материальной и символической); создание объектов из различных типов знания — научного, технологического и др. Таким образом, экспериментальная деятельность должна рассматриваться как способ установления отношений между научным знанием и ситуациями, с которыми сталкиваются обучающиеся.

Студенты должны быть вовлечены в планирование экспериментальных действий и предлагать их, поскольку в этом и состоит суть формирования научного мышления (Talizina, Solovieva, Quintanar, 2010). Мы считаем, что так обучающиеся больше повернутся в сторону рефлексии и осознанности в процессе обучения, поскольку перед ними будет стоять необходимость решить специфическую задачу путем планирования и организации необходимой деятельности за счет возможностей их творческого мышления.

Структура деятельности

Согласно теории деятельности могут быть определены различные уровни в структуре деятельности: активность, действие и операция.

Эти структурные элементы относятся к разным уровням регулирования деятельности. Они неразрывно связаны, и их взаимосвязь выявляется в ходе реализации (Решетова, 2013). З.А. Решетова считает, что деятельность — это сложное системное образование с разными уровнями структуризации, функционирования и механизмами саморегуляции. Исходя из этого предположения, мы предлагаем структуру экспериментальной деятельности по решению задач, показывающих различия между активностью и операциями. Мы предполагаем, что так деятельность становится возможной благодаря целостности действия, что включает ряд специфических действий, структурированных в систему операций.

Любую деятельность можно разбить на конкретные действия. А.Н. Леонтьев (Леонтьев, 1975) определяет действие как процесс, подчиненный представлению определенного результата, который должен быть достигнут, а именно сознательной цели. Действие и деятельность имеют одинаковую структуру выполнения. Действие — это процесс, мотивация которого не совпадает с целью (т.е. с тем, на что он направлен), оставаясь при этом частью деятельности.

Согласно А.Н. Леонтьеву (Леонтьев, 1975), для индивида цель связана мотивацией и является ее частью; это и служит базой ее возникновения и последующего исполнения. Таким образом, деятель-

ность соответствует набору действий, производимых совместно с целью достичь общей осознанной цели. Единственным сознательным элементом деятельности будет действие, производимой индивидом на основе целей, которые они устанавливают для себя самостоятельно.

Действие подразумевает намерение (что должно быть достигнуто) и процесс выполнения (как достичь желаемого). Чтобы выполнить действие, нужно научиться необходимым операциям. Для каждого действия существует по меньшей мере один набор соответствующих операций, способных его реализовать. Последовательность действий представляет систему (жесткую или гибкую), которая отвечает за конкретную процедуру или цель, необходимую для выполнения действия. Операции — это составляющие любого действия.

Чем отличаются операции и действия? Тем, что операции зависят от условий, в которых задается цель, **в то время как действие определяется целью**. В таком случае та же операция может реализовывать ряд действий, в то время как действие может реализовываться разными операциями. Согласно А.Н. Леонтьеву (Леонтьев, 1975), это означает, что операция является продуктом преобразования, происходящего из-за включения в другое действие и его технической природы. Когда уровень развития операций достаточно высок, становится возможным переходить к выполнению более сложных действий, а они, в свою очередь, могут послужить основой для новых операций, которые подготавливают возможность для новых действий и так далее (Леонтьев, 1975).

Компоненты деятельности не являются статичными по своей структуре. Они могут меняться, приобретая различные функции. Например, деятельность становится действием и наоборот, если цель и мотивация перестают совпадать. Как правило, операцию можно понимать как действие, совершаемое индивидом как компонент более крупного акта деятельности, с сознательным участием или без него. Однако в других случаях операция — это действие, выполняемое на основе определенной части цели и, одновременно, как часть другого действия, также соответствующего цели (Gabay, 2011).

Характеристика экспериментальной деятельности как целостной деятельности или действия не остается неизменной, поскольку действие может превратиться в деятельность и наоборот. Экспериментальная деятельность предлагается как способ удовлетворения потребностей учащихся в эффективном обучении и определении того, что изучается в ходе деятельности и при выполнении действий.

Это побуждает студентов осознать смысл, заложенный в экспериментальной деятельности (Талызина, 1983).

Структурные элементы действия

С точки зрения теории деятельности, действие или деятельность в процессе решения экспериментальных задач представляет собой структурированную систему, которая включает мотивацию, объект, цель, руководство в направлении действия, набор операций, продукт деятельности. Также оно может включать инструменты или средства, необходимые для выполнения деятельности, а также условия, при которых выполняется действие (Талызина, 2007). Через эти категории абстрактно-обобщенно раскрываются характеристики любого вида деятельности как структурно-системно-целостного образования (Решетова, 2017). Мы считаем необходимым информировать обучающихся о такой организации и реализации экспериментальной деятельности.

Мотивация. Согласно Н.Ф. Талызина, Ю. Соловьевой и Л. Кинтанар (Talízina, Solovieva & Quintanar, 2010), главная роль отводится мотивационной составляющей деятельности. Деятельность индивида всегда отвечает некоторым его потребностям, направленным на решение задачи, которая способна их удовлетворить. Потребность выражается по-разному: как дискомфорт индивида, переживаемый как еще не объективированная потребность; как реальный объект, удовлетворяющий потребность индивида, объективированная потребность; как образ объекта потребности, мотивация, побуждающая к целенаправленной деятельности или «присвоения» (Решетова, 2017). Мотивация — это объективированная потребность, которая стимулирует выполнять деятельность, направленную на определенный результат (объект, достигающий потребности). Определение мотивации позволяет нам узнать, что является объектом деятельности, поскольку А.Н. Леонтьев (Леонтьев, 1975) сравнивает объект деятельности с ее настоящей мотивацией.

В экспериментальной деятельности содержание, которое должен освоить обучающийся, содержит мотив, в котором познавательная потребность должна найти свою объективную конкретизацию. Если у учащегося нет этой потребности, он не будет учиться, чтобы овладеть этим содержанием, или он будет учиться, чтобы удовлетворить какую-то другую потребность. В последнем случае обучение уже не будет деятельностью, потому что овладение содержанием само по

себе не удовлетворяет потребности в обучении, а служит лишь другой, промежуточной цели.

Значение, придаваемое экспериментальной деятельности обучающимся, определяется не ценностью знаний по изучаемому предмету или целями, поставленными преподавателем, а мотивацией учащегося, его отношением к экспериментальной деятельности. Только при необходимом позитивном отношении формируемые знания будут значимыми и актуальными.

Объект. У любой деятельности есть объект, преобразуемый в желаемый продукт, и действие, производимое с одним или другим объектом и составляющее мотивацию (Леонтьев, 1975). У каждого вида деятельности есть объект, который преобразуется в желаемый продукт, и действие совершается с тем или иным объектом, составляющим его мотив (Леонтьев, 1975). Для авторов существенной характеристикой деятельности является ее объект. Основное различие между теми или иными видами деятельности заключается в их объектах, которые определяют направленность деятельности. В случае с экспериментальной деятельностью, цель которой заключается в решении задач, объект относится к содержанию, которое должен усвоить учащийся, чтобы преобразовать себя в личность.

Продуктом деятельности индивида является не только преобразованный объект, но и психическое отражение процесса трансформации — образ, представляющий из себя внутреннюю деятельность, которая направляет индивида в овладении объектами внешнего мира и организации их жизни. В этом смысле экспериментальная деятельность, проводимая исключительно для доказательства теории, не достигает цели и не способствует формированию личности. Таким образом, как указывалось в предыдущих работах, если учителя некритично или традиционно используют экспериментальную деятельность только для доказательства теории, побуждая учащихся следовать заранее отформатированным сценариям и достигать ожидаемых результатов, такая деятельность может стать непродуктивной для развития научного, критического и творческого мышления.

Цель. Цель — это образная репрезентация возможных результатов, достигаемых определенными действиями. Любая деятельность проводится на основании целей или намерений, которые направляют действие по направлению к цели. Корреляция между намерением вступить в обучающую деятельность и мотивацией приводит учащегося к выполнению действия, способного по-новому раскрыть то

личное восприятие обучения, которое присуще каждому (Леонтьев, 1975).

Это значение выражается во взаимосвязи между целью и мотивацией (Леонтьев, 1975). Оно исходит от желания индивида получить удовлетворение от объекта во время выполнения деятельности и может меняться из-за личных особенностей, разнообразия и иерархии потребностей, которые основываются на личном опыте и полученных ранее знаниях.

Поскольку природа деятельности субъективна, цели экспериментальной деятельности определяются учащимися на основании поставленной задачи, которую они должны решить практическими методами. Эта мысль крайне важна, поскольку учитель должен обращать внимание не только на мотивы, которые управляют деятельностью обучающегося, но и на цели, которые они определяют для выполняемой деятельности. Такие цели должны быть понятны и учителю, и учащимся. Это позволяет сохранять интерес и развивать осознанную вовлеченность в выполняемые задания и действия.

Инструменты/Средства. Взаимосвязь индивида и мира не носит прямой характер; она опосредована. В экспериментальной деятельности действия выполняются с использованием определенных материалов и знаков (символического языка), которые представляют собой инструменты или средства, необходимые для выполнения этой деятельности. Действия в решении задачи и экспериментальной деятельности подразумевают использование материальных средств, таких как оборудование, реагенты, средства обеспечения безопасности, а также средства символического характера (языка), о которых учащиеся должны знать при выборе материалов и обращении с ними, чтобы понять роль, которую они играют в деятельности.

Язык играет существенную роль в развитии всех высших психических функций. Хотя А.А. Леонтьев (Леонтьев, 1997) делал акцент на деятельности, он отводил важную роль процессам коммуникации и присвоения в социальной деятельности. Независимо, проводится ли экспериментальная деятельность в лабораториях или классах, она подразумевает использование химического словаря, специфичного для данного вида деятельности. Часто учащиеся знакомятся со списками названий, определений и изображений стеклянной посуды, оборудования, процедур, растворов реагентов и других лабораторных материалов при помощи учебных пособий. Однако усвоение знаний об этих материалах происходит при их эффективном использовании наряду с развитием деятельности. Учащиеся могут осваивать матери-

алы, оборудование, процедуры и процессы по мере того, как они знакомятся с действиями и операциями, которые должны выполняться в рамках данного вида деятельности. Они также должны работать в стереотипных лабораториях и проводить стереотипные химические эксперименты, которые зачастую оказываются совершенно верно представлены в программе. Важно, чтобы учащиеся выражали свое восприятие и понимание изучаемого, а также выполняли практическую работу, сопоставляя предыдущие представления или ожидания. Это позволит им осознать смысл действий, операций и результатов. Таким образом, единство смыслов и значений, полученное в результате дискурсивных взаимодействий, играет фундаментальную роль в обучении, особенно когда учащиеся выполняют экспериментальную деятельность. Так может быть расширена диалектическая взаимосвязь между теорией и практикой в преподавании химии.

Условия. Анализ этого важного элемента важен для понимания и развития экспериментальной деятельности по решению задач. Они представляют набор ситуаций, в которых студент проявляет деятельность и относятся к условиям окружающей среды: специальным приготовлениям, таким как скамейки, мобильность, освещение, вентиляция, условия обеспечения безопасности, психологический климат, в котором происходит деятельность. Планирование и выполнение действия, его корректировка в ходе выполнения процесса и оценка в конце связаны с этими условиями. Осознание условий, в которых происходит развитие специфической деятельности, может привести к развитию научного и критического мышления. Таким образом, учащимся предлагается поразмыслить о возможностях и ограничениях, которые содержит эта деятельность, что позволяет масштабировать сближение теории и практики, модели и явления, расширять возможности обучения при проведении экспериментов.

Продукт деятельности. Это результат, полученный после трансформаций, которые могут произойти с объектом посредством действий и операций. Они могут совпадать или не совпадать с предложенной целью. В экспериментальной деятельности, направленной на решение задач, продукт есть содержание, усваиваемое учащимися и включающее концептуальные знания и практические навыки, характерные для изучения процедуры и подхода. Все это вносит свой вклад в развитие научного и творческого мышления студентов.

Функциональные аспекты действия

Предлагаемая в рамках теории деятельности экспериментальная деятельность является организованной и принимает в расчет не только целостность структуры всего действия, но и его функциональные аспекты. В каждом действии содержатся взаимосвязанные и независимые части, которые выполняют некоторые функции и позволяют достичь цели. При описании анализа действий П.Я. Гальперин (Гальперин, 2000) указывал, что функциональные части поддаются определению: это ориентировка, исполнение и контроль регуляции.

Ориентировочная деятельность. Чтобы проводить новое действие, необходимо сначала разработать план, названный П.Я. Гальпериным (Гальперин, 2000) полной схемой ориентировочной основы действия (ООД). Ориентировочная деятельность также включает в себя формулировку задачи, которую должен решить учащийся. Согласно определению В.В. Давыдова (Давыдов, 1997) и теории деятельности, смысл задания заключается в единстве цели и условий ее достижения. В деятельности сами действия отвечают за выполнение задачи, которая была поставлена при определенных условиях. Столкнувшись с такой задачей, студент ставит цель и определяет условия по ее решению.

Целостное действие может быть разделено на систему других действий, поскольку решение задачи могут быть комплексными (Леонтьев, 1997), а каждое действие управляется частичными целями, что подразумевает получение промежуточных продуктов при сохранении функциональных составляющих процесса. Функциональные составляющие целостного действия, на которые его можно разделить, подразделяются на макро- и микрокомпоненты.

Во главе ориентировочной основы действия лежат следующие цели: а) правильное и рациональное планирование исполнения действия; в таких случаях его содержание состоит в учете условий, объективно необходимых для правильного (и рационального) структурирования исполнения заранее, и б) гарантии рационального выбора одного из возможных вариантов (Талызина, 2019). Основа ориентировки не задается учителем. Тем не менее, она разрабатывается учащимися при посредничестве учителя, который направляет их в поиске ориентировки для создания целостного действия, необходимого для решения задачи. Это делается посредством проведения эксперимента в соответствии с его структурными и функциональными элементами. ООД, определяемое учителем и основывающееся на

идеях Гальперина (2000), представлено в табл. 1. Каждый элемент целостного действия (ЦД) описывается отдельно: действия (Д), которые составляют ЦД и операции (О), позволяющие учащимся задавать значения и использовать значения, которые определены ролевой моделью ООД.

Таблица 1

Схема структуры целостного действия (ЦД)

Д1. Определите противоречие	
Д2. Определите проблему, требующую изучения. Разграничьте задачи	
Д3. Определите гипотезу	
Д4. Планирование деятельности	<ul style="list-style-type: none"> • О1. Определение задач и целей. • О2. Определение экспериментальных стратегий, доказывающих гипотезу. • О3. Выбор материалов, оборудования, средств защиты и реагентов, доступных в лаборатории. • О4. Определите нужные и доступные условия. • О5. Прогнозирование возможных ошибок и несчастных случаев по времени проведения эксперимента.
Д5. Выполнение общих действий	<ul style="list-style-type: none"> • О1. Выполняйте действия и операции в соответствии с планом. • О2. Наблюдайте, описывайте и собирайте данные. • О3. Анализируйте данные. • О4. Формулируйте выводы по ожидаемому продукту и по продукту, который вы получите в ходе экспериментальной деятельности.
Д6. Контроль/регулирование деятельности	<ul style="list-style-type: none"> • О1. Контролируйте выполнение эксперимента в соответствии с целями, действиями и условиями, определенными при планировании. • О2. Внесите необходимые исправления во время процесса и при выявлении различий между тем, что было запланировано, и возможными ошибками в эксперименте. • О3. Переформулируйте в плане необходимые пункты и повторите действия/операции, если это необходимо. • О4. Оцените продукт деятельности.

В табл. 1 учащимся можно предложить модель действий, которые они будут материализовать в учебной карточке. Это может быть руководством для планирования и разработки экспериментальной деятельности.

Согласно П.Я. Гальперину (Гальперин, 2000), ориентировочная основа действия соответствует основному этапу в проблемной деятельности, позволяя учащимся осознанно планировать, выполнять и контролировать/оценивать процесс и продукт деятельности, что помогает при необходимости вносить необходимые коррективы. Это можно рассматривать как своего рода смысл — учиться правильно учиться. В терминах функциональности основа ориентировки действия может считаться особым случаем подготовки к исполнению и регулированию/контролю деятельности (Габай, 2011).

Исполнение. Состоит из операций и действий. Исполнение действия означает точное выполнение на практике ряда операций, определенных ориентированием. Именно это позволяет объекту действия трансформироваться в ожидаемый продукт.

Контроль/Регулирование. Это форма контроля и регулирования действий. Модель, определяемая ориентировкой, используется для сравнения результатов во время процесса и в его конце. При необходимости вносятся любые исправления. Ориентировка может быть переформулирована и уточнена во время исполнения.

Таким образом, экспериментальная деятельность по решению задач в химии, визуализируемая через призму теории деятельности, может быть представлена в структурных и функциональных терминах, как показано на рис. 1.

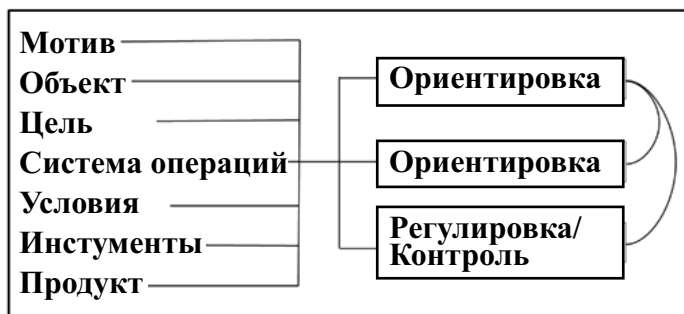


Рис. 1. Схема структурных и функциональных элементов целостного действия

Важно подчеркнуть, что все эти элементы образуют динамичную и гибкую систему. Ее компоненты зависят друг от друга и интегрируются, способствуя развитию научного мышления.

Обсуждение предложенной системы на основе эмпирического случая

Чтобы лучше представить предлагаемую систему, мы предлагаем пример исследования, проведенного с 23 студентами первого курса (средний возраст 19,3 года, 47% составляли женщины, 53% — мужчины). Это были студенты, изучавшие общий курс химии в рамках курса машиностроения в Кубинском университете. Это был курс по переподготовке по химии для профессионального обучения. В программу был включен курс по исследованию влияния организации экспериментальной деятельности на обучение студентов младших курсов, который базируется на модели общей деятельности и включает в себя ООД. Прежде всего, необходима диагностика уровня знаний студентов по действиям и общей ориентировочной деятельности, которые необходимо учитывать при разработке ситуативных лабораторных заданий. Результаты такого анализа служат основой для планирования формирующего опыта.

В ходе экспериментальной деятельности мы наблюдали, как студенты использовали ООД для решения задач и случаи, когда вмешательство преподавателя было необходимым и позволяло оказывать студентам поддержку во время выполнения заданий. Студентов попросили записывать свои мысли на протяжении всего выполнения деятельности по решению задач. Здесь важно подчеркнуть, что целью было не формирование практических манипулятивных навыков в лаборатории, а разработка научного мышления студентов, которое использовалось бы для усвоения специфического содержания дисциплины через экспериментальную деятельность путем решения задач. Изучение письменных текстов студентов позволило собрать, проанализировать и разбить на категории данные, которые позволили нам определить уровни развития, достигнутые студентами при выполнении данной деятельности. План занятий по данной дисциплине подразумевает, что студенты должны посетить семь экспериментальных занятий в лаборатории. Мы выбрали одно из них для изучения и представили результаты в данной статье. Содержание каждой экспериментальной деятельности было структурировано на основе проблемной ситуации, содержащей противоречие на феноменологическом уровне, и должно было заставить студентов обратиться к ранее полученным знаниям и наблюдать за текущей ситуацией. Это поставило перед студентами задачу сформулировать проблему в виде задания, плана и начать эксперимент в соответствии

с основной ориентировочной основы действия, разработанной при посредничестве преподавателя.

В первой экспериментальной деятельности формирующего эксперимента (ЭД1) была смоделирована проблемная ситуация, призванная мотивировать студентов к обсуждению возможных форм деятельности, которые могли бы помочь им найти решение. Они должны были создать модель деятельности (целостного действия), которая описывается в ООД, чтобы разработать план выполнения и контроля экспериментальной деятельности при поддержке преподавателя. В табл. 2 показаны подготовительные аспекты, определяющие основу направленности целостных действий.

Таблица 2

Предложения по экспериментальной деятельности по перегонке жидких смесей

<p>Предшествующие методы: традиционный способ организации деятельности. Деятельность в лаборатории заключалась в применении простого метода дистилляции для определенной смеси.</p>	<p>Новое предложение по структурированию деятельности. Методы дистилляции и титрования для определения концентраций предлагаются в качестве стратегии, ориентированной на доказательство гипотез.</p>
<p>Предыдущее знание порождает диалектическое противоречие. — Чистая жидкость при постоянном давлении (P) имеет постоянную температуру кипения (T). — Смесь двух летучих и смешивающихся жидкостей при постоянном P имеет переменную температуру кипения T.</p>	
<p>Экспериментальная ситуация, которая смоделирована преподавателем в лаборатории. Наблюдение за смесью HCl–H₂O с начальным составом менее X HCl = 0,19, нагретой до постоянного давления 1 атм, и проверка того, что температура кипения смеси изменяется во время нагрева до достижения постоянного значения температуры. За этим процессом наблюдают студенты.</p>	
<p>Вопрос преподавателя: Что противоречит вашим предыдущим знаниям о поведении температуры кипения для двухкомпонентных жидких растворов относительно наблюдаемой температуры в этом эксперименте?</p>	

В табл. 2 мы приводим пример случая, в котором рассматриваются диалектические противоречия как структурирующий элемент проблемы. Это способствовало развитию научного мышления студентов, поскольку им пришлось размышлять над самим ходом решения проблемы. В работе, посвященной вопросам обучения,

М.И. Махмутов (Махмутов, 1977) подчеркивает важность метода исследования, представленного в модели целостного действия (ЦД) в обучении науке. Он также описывает, как данный метод позволяет достичь наивысшего уровня усвоения знания, что дает студентам возможность связать общий научный метод и общие стадии освоения знания. Это позволяет студентам развить научное мышление.

Начиная с демонстрации в рамках эксперимента, проводимого преподавателем (табл. 2), студенты старших курсов организовали собственный процесс решения задач в соответствии с моделью деятельности, материализованной в учебной карточке. Они должны были выявить противоречие, присущее проблемной ситуации, представленной учителем, определить проблему, сформулировать расширенные гипотезы, спланировать экспериментальную деятельность и выполнить ее для проверки гипотезы, следуя направлению разработанной ими модели.

На следующих уроках должна проводится формирующая деятельность в виде экспериментальных действий (ЭД2, ЭД3, ЭД4, ЭД5, ЭД6).

Планирование и экспериментальная деятельность проводились в парах в соответствии со структурой целостного действия (ЦД), что позволяло студентам взаимодействовать и обмениваться идеями и опытом. После обсуждения запланированных действий с преподавателем они осуществляли планирование не как линейный процесс действий и операций, а как логически структурированную систему, соответствующую характеру научных исследований в академическом контексте.

В конце каждой практической работы проводился обобщающий семинар. Каждая пара представила отчет о выполненных действиях, проводилось обсуждение процесса, успехов и трудностей, изучение и оценка того, как этот опыт способствовал их профессиональной подготовке.

Некоторые результаты и обсуждение

Перед началом ЭД1 проводится первоначальный срез знаний студентов в решении проблемной деятельности. Студенты высказывали мнения, в которых нам не удалось выявить единых знаний о структуре и функциональных измерениях деятельности на основе модели ООД. Это открытие наводит на мысль о том, что они в определенной степени не понимали требований к научному и творческому мышлению, а скорее демонстрировали спонтанный тип мышления. Данные результаты обсуждались со студентами, и это позволило

учиться на основе экспериментальной деятельности с положительным настроением и интересом.

После этого урока мы начали работу над формирующим экспериментом. Это было сделано в соответствии с планом, разработанным преподавателем по результатам первичного среза знаний. На тот момент в рамках запланированной деятельности студентам предлагалась модель решения задач в лабораторных условиях. При этом рассматривалось взаимодействие между теми значениями, которые предлагали студенты на первом срезе знаний и желаемыми целями, которые определялись в ООД. По завершению занятия у студентов была материализованная в учебной карточке модель, которая давала им возможность думать, планировать и развивать экспериментальную деятельность. Таким образом, экспериментальные действия с ЭД2 по ЭД6 выполнялись с использованием карточек как учебных пособий. Успеваемость, которой удалось достичь студентам при использовании ООД во время экспериментов, представлена в табл. 3.

Таблица 3

Уровень успеваемости студентов при использовании ООД во время выполнения деятельности

Экспериментальная деятельность	Уровень I. Верное выполнение при использовании ООД (%)	Уровень II. Выполнение с частичным использованием ООД (%)	Уровень III. Неверное выполнение при использовании ООД (%)	Не участвовал в деятельности (%)
ЭД2	26,0	48,0	26,0	0
ЭД3	43,0	35,5	17,2	4,3
ЭД4	61,0	26,0	13,0	0
ЭД5	69,9	17,2	8,6	4,3
ЭД6	86,9	13,1	0	0

В табл. 3 в процентах представлен рост количества студентов, которые правильно выполняют экспериментальную деятельность на основе ООД, с ЭД2 до ЭД6. Учитывая, что ООД разработан для облегчения обучения на основе целостных действий, этот результат свидетельствует о том, что большинство студентов постепенно достигают хорошего усвоения химии, что связано с экспериментальной деятельностью (86,9% на уровне I, на ЭД6). Также мы заметили увеличение таких показателей, как сознательность, мотивация и самостоятельность при выполнении такой деятельности. Мы наблюдали

улучшение продуктивных социальных взаимодействий внутри пар и с преподавателем во время занятий.

В конце занятий студенты заполнили анкету, чтобы оценить собственный формирующий опыт. Для студентов I уровня, выполнение действий в соответствии с эталонной моделью (ООД) позволило правильно организовать их идеи и осознать, что было сделано и почему. Это, в свою очередь, облегчило мониторинг и контроль процесса решения проблемных ситуаций. Другие ответы показали, что 96% студентов испытывали удовлетворенность от такого способа выполнения экспериментальных работ в химической лаборатории, что создавало положительные предпосылки для изучения дисциплины. Это важно, если учесть значимость мотивации для вовлечения индивидов в деятельность и если исходить из того, что можно научиться учиться — и что это важнейшее условие академического образования.

Таким образом, элементы, составляющие деятельность, способствовали повышению значимости экспериментальной деятельности. Эпистемологические и педагогические аспекты рассматривались с точки зрения хода мыслей и интереса студентов. Студенты вовлекались в процессы осмысления теоретических концепций и моделей на основе действий и операций, выполняемых на практике. Этоощрялось в рамках предполагаемой деятельности. В ходе процесса действия были опосредованы языком в дискурсивных взаимодействиях, которые противопоставлены личным смыслам и значениям; при этом значения входят четкое понимание при помощи науки, материализуются в ходе формирования связи между теорией и практикой в ходе выработки критического и творческого мышления. Результаты показали, что студенты решали задачи сознательно, исходя из структуры направленности действий, которые они выполняли в рамках содержания их обучения. Все это способствовало развитию научного мышления в химии.

Заключительные комментарии

Разработанное исследование было направлено на выявление потенциала инновационного формирующего опыта преподавания и обучения общего курса химии для инженеров-механиков. Оно основывалось на теории деятельности А.Н. Леонтьева. Мы объединили подход, экспериментальную деятельность и проблемный метод, который включает работу по ООД. Результаты показали, что студенты были мотивированы и сознательно вовлекались в творческое решение проблем, изучение, принятие решений и участие в обучении.

Мы считаем, что экспериментальная деятельность не может сводиться к простому экспериментальному поиску ответов, но требует выработки или пересмотра знаний, которые позволяют соответствующим образом формулировать вопросы и интерпретировать их. В результате этой деятельности студенты, по-видимому, получили новые знания по химии, связанные с дальнейшей профессиональной деятельностью. В свою очередь, как указывает З.А. Решетова (Решетова, 2017), содержание усвоенного должно быть не только знанием, полученным благодаря науке, но и практической помощью в формировании теоретического подхода к реальности.

Объединяя стратегию решения проблем как вид экспериментальной и организованной деятельности, разработанной исходя из ориентировочной основы действия и на базе теории деятельности, мы предлагаем учащимся возможность сознательно и творчески участвовать в решении проблем, исследовать и принимать решения, будучи при этом мотивированными участниками образовательного процесса. Решение задач помогает развивать мышление, а обучение правильному мышлению, согласно Э.В. Ильенкову (Ильенков, 1964), подразумевает организацию процесса усвоения знаний и культуры как лучшей инструкции по формированию образа жизни.

Полученные результаты показали потенциал организации экспериментальной деятельности на основе теории А.Н. Леонтьева как инновационного решения, способного повысить эффективность преподавания в профессиональной подготовке. Те же самые результаты были подтверждены и включены в педагогическую структуру программы по общему курсу химии группами исследователей из двух государственных бразильских университетов. Мы хотели бы подчеркнуть важность проведения исследований предполагаемой модели в других академических и научных средах для получения большего количества данных.

REFERENCES

- Arruda, S.M., & Laburú, C.E. (2013). Considerations about the role of experiments in science teaching. In R. Nardi (Ed.), *Current Issues in Science Education*. São Paulo: Escrituras.
- Colagrande, E.A., Martorano, S.A.A., & Arroio, A. (2017). Views of a group of pre-service science teachers on the use of experimental activities in science teaching. *Problems of Education in the 21st Century*, 75(6), 525–534.
- Davydov, V.V. (1997, December 22). *A new approach to understanding the structure and content of activity*. Report at the methodological seminar of the Moscow Psy-

chological Society. [Digital source: http://old.experiment.lv/rus/biblio/davidov_lastnoviy_podhod.htm (review date: 18.04.2021)]. (in Russ.).

Gabay, T.V. (2011). The development of subject-content ideas about activity and the activity approach in psychology. *Vestnik Moskovskogo Universiteta (Moscow University Psychology Bulletin)*, 3, 19–32. (in Russ.).

Galperin, P.Ya. (2000). *Four lectures on psychology*. M.: University. (in Russ.).

Hedesa, Y. (2018). *Chemistry Didactics and Curriculum*. Havana: Editorial Pueblo y Educación.

Ilyenkov, E.V. (1964). School should teach thinking. *Public education*, 1, 1–16. (Retrieved from [http://psychlib.ru/mgppu/hre/hre-2842.htm#\\$p284](http://psychlib.ru/mgppu/hre/hre-2842.htm#$p284) (review date: 30/04/2021) (in Russ.).

Leontiev, A.A. (1997). *Psychology of Communication* (2nd ed.). Moscow: Smysl. (in Russ.).

Leontiev, A.N. (1975). *Activity, Consciousness and Personality*. Moscow: Politizdat. (Retrieved from <http://nv-shulenina.narod.ru/leontiev.pdf> (review date: 18.04.2021). (in Russ.).

Lewthwaite, B. (2014). Thinking about practical work in chemistry: teachers' considerations of selected practices for the macroscopic experience. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 35–46, DOI: 10.1039/C3RP00122A.

Majmutov, M.I. (1977). *Organization of problem learning at school: book for the teacher*. Moscow: Education. (Retrieved from: <https://topref.ru/referat/124275.html> (review date: 18.04.2021). (in Russ.).

Reshetova, Z.A. (2017). Mind and activity. Psychic mechanism of learning. *Natsional'nyy psikhologicheskiy zhurnal (National Psychological Journal)*, 3(27), 40–55. DOI: 10.11621/npj.2017.0306. (in Russ.).

Reshetova, Z.A. (2013). On the mechanism of learning and development. *Natsional'nyy psikhologicheskiy zhurnal (National Psychological Journal)*, 1(9), 25–32. DOI: 2079-6617/2013.0104. (in Russ.).

Sedumedi, T.D.T. (2017). Practical Work Activities as a Method of Assessing Learning in Chemistry Teaching. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(6), 1765–1784. DOI: 10.12973/eurasia.2017.00697a.

Silva, R.R., Machado, P.F.L., & Tunes, E. (2010). Performing experiments without fear of making mistakes. In W.L.P. Santos & O.A. Maldaner, (Eds.). *Chemistry Teaching in Focus*. Ijuí, RS: Editora Unijuí.

Talizina, N.F. (2019). *Activity theory applied to teaching*. México: Universidad Autónoma de Puebla.

Talizina, N.F. (1983). The development of Marxist psychology by A.N. Leontiev. *Questions of Psychology* 2, 102–105. M.: Pedagogika (in Russ.).

Talizina, N.F. (2007). The essence of the activity approach in psychology. *Methodology and history of psychology* (4th ed.), Vol. 2, 157–162. (in Russ.).

Talizina, N.F., Solovieva Y., & Quintanar L. (2010). The activity approach in psychology and its relationship with the cultural-historical approach of L.S. Vigotsky. *Educational News*, 230, 4–8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Давыдов В.В. Новый подход к пониманию структуры и содержания деятельности. Отчет о работе методологического семинара. Московское психологическое общество. 22 декабря 1997 г. Электронный ресурс: http://old.experiment.lv/rus/biblio/davidov_last/noviy_podhod.htm (дата обращения: 18.04.2021).

Габай Т.В. Развитие предметно-содержательных представлений о деятельности и деятельностный подход в психологии. Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2011. № 3. С. 19–32.

Гальперин П.Я. Четыре лекции по психологии. М.: Издательство Московского университета. 2000.

Ильенков Э.В. Школа должна учить мыслить. М.: Московский психолого-социологический институт. Электронный ресурс: [http://psychlib.ru/mgppu/hre/hre-2842.htm#\\$p284](http://psychlib.ru/mgppu/hre/hre-2842.htm#$p284) (дата обращения: 30/04/2021). 1964.

Леонтьев А.А. Психология общения. 2-е издание. М.: Смысл. 1997.

Леонтьев А.Н. Деятельность, сознание, личность. М.: Издательство Московского университета. 1975.

Махмутов М.И. Организация проблемного обучения. М.: Педагогика, 1977.

Решетова З.А. Психика и деятельность. Психический механизм усвоения // Национальный Психологический Журнал. 2017. № 3 (27). С. 40–55.

Решетова З.А. К вопросу о механизмах усвоения и развития. // Национальный психологический журнал. 2013. № 1 (9). С. 25–32.

Талызина Н.Ф. Разработка марксистской психологии А.Н. Леонтьевым // Вопросы психологии. 1983. № 2. С. 102–105.

Талызина Н.Ф. Сущность деятельностного подхода в психологии // Методология и история психологии. 2007. Т. 2, № 4. С. 157–162.

Arruda S.M., Laburú C.E. (2013) Considerations about the role of experiments in science teaching. In Nardi R. (Org), Current Issues in Science Education. São Paulo: Escrituras.

Colagrande E.A., Martorano S.A.A., Arroio A. (2017) Views of a group of pre-service science teachers on the use of experimental activities in science teaching. Problems of Education in the 21st Century, 75 (6), 525–534.

Hedesa Y. (2018) Chemistry Didactics and Curriculum. Havana: Editorial Pueblo y Educación.

Lewthwaite B. (2014) Thinking about practical work in chemistry: teachers' considerations of selected practices for the macroscopic experience. Chemistry Education Research and Practice, 15, 35–46, DOI: 10.1039/C3RP00122A.

Sedumedi T.D.T. (2017) Practical Work Activities as a Method of Assessing Learning in Chemistry Teaching. EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education, 13 (6), 1765–1784, DOI: 10.12973/eurasia.2017.00697a.

Silva R.R.; Machado P.E.L.; Tunes E. (2010) Performing experiments without fear of making mistakes. In: Santos, W.L.P.; Maldaner, O.A. (Org.). Chemistry Teaching in Focus. Juiú, RS: Editora Unijuiú.

Talizina, N.F. (2019) Activity theory applied to teaching. México, Universidad Autónoma de Puebla

Talizina N.F., Solovieva Y., Quintanar L. (2010) The activity approach in psychology and its relationship with the cultural-historical approach of L.S. Vigotsky. Educational News, 230, 4–8.

ABOUT AUTHORS

Isauro Beltrán Núñez — Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, Brazil. ORCID: 0000-0003-3224-4694. E-mail: isaurobeltran@yahoo.com.br

Edenia Maria Ribeiro do Amaral — Associated Professor, Rural Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil. ORCID: 0000-0002-7945-6435. E-mail: edeniamramaral@gmail.com

Marcus Vinicius de Faria Oliveira — Professor, Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte, Natal, Brazil. ORCID: 0000-0002-2734-0633. E-mail: marcus.oliveira@ifrn.edu.br

Luiz Fernando Pereira — Professor, Secretary of State for Education, Culture, Sport and Leisure of the State of Rio Grande do Norte, Natal, Brasil. ORCID: 0000-0003-2247-3717. E-mail: luizfernandoifrn@hotmail.com

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Исауро Бельтран Нуньес — доктор психологии, доцент Федерального университета Риу-Гранди-ду-Норти, Натал, Бразилия. ORCID: 0000-0003-3224-4694. E-mail: isaurobeltran@yahoo.com.br

To Write in Russian: Edenia Maria Ribeiro do Amaral — Associated Professor, Rural Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil. ORCID: 0000-0002-7945-6435. E-mail: edeniamramaral@gmail.com

To Write in Russian: Marcus Vinicius de Faria Oliveira — Professor, Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte, Natal, Brazil. ORCID: 0000-0002-2734-0633. E-mail: marcus.oliveira@ifrn.edu.br

To Write in Russian: Luiz Fernando Pereira — Professor, Secretary of State for Education, Culture, Sport and Leisure of the State of Rio Grande do Norte, Natal, Brasil. ORCID: 0000-0003-2247-3717. E-mail: luizfernandoifrn@hotmail.com